

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ÉRICA AYUMI TAGUTI

**BIOECOLOGIA DE *Telenomus podisi* ASHMEAD, 1893 (HYMENOPTERA:
SCELIONIDAE) EM OVOS DE *Dichelops melacanthus* (DALLAS, 1851) E
Podisus nigrispinus (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)**

CURITIBA

2018

ÉRICA AYUMI TAGUTI

BIOECOLOGIA DE *Telenomus podisi* ASHMEAD, 1893 (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) EM OVOS DE *Dichelops melacanthus* (DALLAS, 1851) E *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Adeney de Freitas Bueno

CURITIBA

2018

Universidade Federal do Paraná
Sistema de Bibliotecas

Taguti, Érica Ayumi

Bioecologia de *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) em ovos de *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) e *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). / Érica Ayumi Taguti. – Curitiba, 2018.

74 f. : il. ; 30cm.

Orientador: Adeney de Freitas Bueno

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Entomologia).

1. Bioecologia. 2. Percevejo (Inseto). 3. Relação hospedeiro-parasito. I. Título. II. Bueno, Adeney de Freitas. III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Entomologia).

CDD (20. ed.) 595.799

TERMO DE APROVAÇÃO

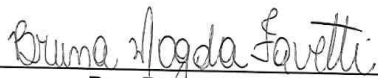
ERICA AYUMI TAGUTI

“BIOECOLOGIA DE *Telenomus podisi* ASHMEAD, 1893 (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) EM OVOS DE *Dichelops melacanthus* (DALLAS, 1851) E *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de “Mestre em Ciências Biológicas”, no Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:



Dr. Adeney de Freitas Bueno (Orientador)
(Embrapa Soja Londrina PR)



Dra. Bruna Magda Favetti
(IAPAR)



Prof. Dr. Luís Amilton Foerster
(UFPR)

Curitiba, 30 de janeiro de 2018.

*Aos meus pais, Marina e Paulo,
pelo amor incondicional, educação, incentivo,
apoio e por sempre acreditarem no meu potencial.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida e por mais uma etapa vencida;

À Universidade Federal do Paraná e aos funcionários, em especial, ao Jefferson, Denise e Jorge. Aos professores do Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas (Entomologia), por todos os ensinamentos transmitidos, em especial, a prof^a. Dr^a. Mirna Martins Casagrande, por ter-me “adotado” em seu laboratório e pela amizade; e ao Mauricio Moura e Rodrigo Feitosa, por toda compreensão e incentivo. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa durante o mestrado;

Ao Dr. Adeney de Freitas Bueno pela orientação, ensinamentos, incentivo e suporte necessário para a realização desse trabalho;

À Empresa Brasileira de Pesquisa, Embrapa Soja, pela disponibilização da infraestrutura e dos técnicos de laboratório, em especial, a Ivanilda, Serginho, Jovenil, Adair Carneiro e Mari Estela, para a realização dos trabalhos. Aos estagiários e pós-graduandos do laboratório: Elaine Cecília Lopes, Felipe Rigon, Gustavo Kuramoto, Cintia Costa, Débora Bueno, Ana Paula Queiroz, Marcela Mora, Fernanda Wagner, Rafael Hayashida e Gizele Baldo, pela amizade, boas risadas e auxílio na condução das criações e experimentos;

Aos professores da graduação que contribuíram para a minha formação, em especial a Prof^a. Dr^a. Laila Herta Mihsfeldt (mãe científica) e Nina Maria Risso pela admiração, carinho, amizade e ensinamentos que me acompanham desde a graduação;

Ao Luís Amilton Foerster (grande exemplo de professor e pesquisador), Bruna Magda Favetti e Marion do Rocio Foerster (suplente), por terem aceitado em participar da banca examinadora e pelas contribuições realizadas.

A toda família, pelo suporte, carinho e compreensão, em especial aos meus irmãos, Marcos e Paula. Às minhas queridas Akita e Pituca, por me proporcionarem

momentos de felicidade durante a minha recuperação. Ao meu noivo Eduardo, por toda paciência, amor, companheirismo, incentivo e por acreditar no meu esforço.

Às grandes amigas que a entomologia me deu: Monica Piovesan pela amizade, companheirismo, confiança, auxílio nas disciplinas e por me receber em sua casa sempre que precisei. Alessandra Benatto pela amizade, confiança e por tornar a vivência em Londrina mais divertida, e a Tamara Takahashi pela amizade, confiança e momentos de alegria.

À Melissa Akemi Nouchi, amiga de longa data, por estar presente durante toda a minha formação, pelos momentos agradáveis e compreender a minha ausência durante esse período.

À Gabriela Vieira Silva, pela amizade, ensinamentos, admiração e por me receber durante um tempo em sua casa em Londrina.

A todos que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente durante a minha jornada em Curitiba e Londrina, minha eterna gratidão!

Muito Obrigada!!!

“Ninguém vai bater mais forte que a vida. Não importa como você bate e sim o quanto aguenta apanhar e continuar lutando; o quanto pode suportar e seguir em frente. É assim que se ganha.”
(S. Stallone)

BIOECOLOGIA DE *Telenomus podisi* ASHMEAD, 1893 (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) EM OVOS DE *Dichelops melacanthus* (DALLAS, 1851) E *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

RESUMO GERAL

Uma das táticas de controle do percevejo-barriga-verde, *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) em soja, é com o uso de defensivos agrícolas. Porém sua má utilização acarreta sérios problemas como o aumento nos custos de produção, a seleção de linhagens resistentes de pragas, eliminação dos inimigos naturais e a contaminação dos alimentos e ambiente. Uma estratégia sustentável de manejo de pragas é o controle biológico aumentativo (CBA) com o parasitoide de ovos *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) que tem sido utilizado para o controle do percevejo *Euschistus heros* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae). Porém pouco se conhece a respeito desse parasitoide com outras espécies hospedeiras e como a temperatura pode impactar o seu desenvolvimento em hospedeiros herbívoros e predadores. Desse modo, esse trabalho avaliou os aspectos biológicos de *T. podisi* em ovos de *D. melacanthus* e também no predador *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) em diferentes temperaturas, e testou a sua preferência hospedeira entre essas duas espécies. Os bioensaios foram realizados nos Laboratórios da Embrapa Soja, Londrina, PR. Os insetos foram criados em ambientes controlados e os ovos obtidos foram estocados em nitrogênio líquido (-196°C) para posteriormente serem utilizados. Foram realizados quatro estudos em diferentes temperaturas, com os objetivos de: 1) avaliar as características biológicas do parasitoide em ovos de *D. melacanthus* e *P. nigrispinus*; 2) avaliar a capacidade de parasitismo de *T. podisi* em ovos de *D. melacanthus* e em *P. nigrispinus*; 3) testar a preferência hospedeira de *T. podisi* nos dois hospedeiros; 4) medir o tamanho dos ovos dos hospedeiros. Os bioensaios eram mantidos em câmaras climatizadas (BOD), nas temperaturas de 15°C, 20°C, 25°C e 30±2°C, umidade de 70±10% e fotoperíodo de 14/10 (C/E). Observou-se que a temperatura afeta diretamente o desenvolvimento do parasitoide, podendo prolongar ou encurtar, a emergência e a quantidade de ovos parasitados nos dois hospedeiros. Na preferência hospedeira, *T. podisi* parasitou mais ovos de *D. melacanthus* em comparação a *P. nigrispinus*, sendo os ovos de *D. melacanthus* maiores em comprimento e largura. Esses resultados permite concluir que *T. podisi* possui capacidade de adaptação a diferentes hospedeiros e a plasticidade a diferentes temperaturas, mostrando ser um promissor agente de controle biológico de *D. melacanthus*. Apesar de também ter a capacidade de parasitar o predador *P. nigrispinus*, esse efeito negativo ainda é com certeza menor do que o uso de inseticidas químicos.

Palavras chave: Controle Biológico Aumentativo; Fatores abióticos; Parasitoide de ovos; Percevejo barriga-verde; Preferência hospedeira.

BIOECOLOGY OF *Telenomus podisi* ASHMEAD, 1893 (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) IN EGGS OF *Dichelops melacanthus* (DALLAS, 1851) AND *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

GENERAL ABSTRACT

One of the control methods of the green belly stink bug, *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) in soybean, is with the use of pesticides. However, its overuse leads to serious problems such as increased production costs, selection of pest resistant strains, elimination of natural enemies and contamination of food and the environment. A sustainable strategy of pest management is the augmentative biological control (CBA) with the egg parasitoid *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) that has been used to control the *Euschistus heros* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae). However, little is known about this parasitoid with other host species and how temperature may impact its development on herbivorous hosts and predators. Thus, this work evaluated the biological aspects of *T. podisi* in eggs of *D. melacanthus* as well as in eggs of the predator *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) at different temperatures, and tested its host preference between these two species. The bioassays were carried out at Embrapa Soybean, Londrina, PR. The insects were reared in controlled environments and the eggs obtained were stored in liquid nitrogen (-196°C) for later use. Four studies were carried out at different temperatures, with the objectives: 1) to evaluate the biological characteristics of the parasitoid in eggs of *D. melacanthus* and *P. nigrispinus*; 2) to evaluate the parasitism capacity of *T. podisi* in eggs of *D. melacanthus* and *P. nigrispinus*; 3) to test the host preference of *T. podisi* in both hosts; 4) to measure the size of the host eggs. The bioassays were kept in climatic chambers (BOD), at temperatures of 15 °C, 20 °C, 25 °C and 30 ± 2 °C, humidity of 70 ± 10% and photoperiod of 14/10 (L / D). It was observed that the temperature directly affects the development of the parasitoid, which may prolong or shorten the emergence and the amount of parasitized eggs in both hosts. In the host preference, *T. podisi* parasitized more eggs of *D. melacanthus* than eggs of *P. nigrispinus*, moreover the eggs of *D. melacanthus* were larger in length and width. These results allow us to conclude that *T. podisi* has the ability to adapt to different hosts and plasticity at different temperatures, showing to be a promising biological control agent of *D. melacanthus*. Despite of having the capacity of also parasitize the predator *P. nigrispinus*, this negative effect is certainly lower than the use of synthetic insecticides.

Keywords: Augmentative Biological Control; Abiotic factors; Parasitoid of eggs; Green belly stink bug; Host preference.

LISTA DE FIGURAS

- Capítulo 1** **Figura 1.** Adulto de *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). (A) Vista ventral e (B) Vista dorsal. Foto: Érica Ayumi Taguti.....**30**
- Figura 2.** *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) se alimentando de *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Erebidæ). (A) Adulto e (B) ninfas com faixas escuras medianas e laterais no corpo. Foto: Érica Ayumi Taguti.**30**
- Figura 3.** Adultos de *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae), mostrando o dimorfismo sexual observado nas antenas (A) fêmea (antena clavada), (B) macho (antena filiforme). Foto: Érica Ayumi Taguti.**30**
- Capítulo 2** **Figura 1.** Capacidade de parasitismo de *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) em ovos de *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) em diferentes temperaturas. (A) 15°C, (B) 20°C, (C) 25°C, (D) 30°C. Umidade relativa 70±10% e fotoperíodo 14:10 claro:escuro. As setas indicam 80% de parasitismo.....**48**
- Figura 2.** Capacidade de parasitismo de *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) em ovos de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) em diferentes temperaturas. (A) 15°C, (B) 20°C, (C) 25°C, (D) 30°C. Umidade relativa 70±10% e fotoperíodo 14:10 claro:escuro. As setas indicam 80% de parasitismo.....**49**
- Capítulo 3** **Figura 1.** Arena para avaliação da preferência hospedeira. (A) Modelo de Thuler *et al.* (2007) e (B) Modelo adaptado utilizada no teste de preferência hospedeira do parasitoide. Foto: Érica Ayumi Taguti.....**63**

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2	Tabela 1. Aspectos biológicos de <i>Telenomus podisi</i> Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) em ovos de <i>Dichelops melacanthus</i> (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) e <i>Podisus nigrispinus</i> (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). Umidade relativa 70±10% e fotoperíodo 14/10 (C/E).....	46
	Tabela 2. Capacidade de Parasitismo de <i>Telenomus podisi</i> Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) em ovos de <i>Dichelops melacanthus</i> (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) e <i>Podisus nigrispinus</i> (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). Umidade relativa 70±10% e fotoperíodo 14/10 (C/E).....	47
Capítulo 3	Tabela 1. Número de ovos dos hospedeiros <i>Dichelops melacanthus</i> e <i>Podisus nigrispinus</i> parasitados por <i>Telenomus podisi</i> . (25±2°C, 80±10% UR, e fotoperíodo de 14/10 h C/E).....	62
	Tabela 2. Tamanho dos ovos dos hospedeiros testados no bioensaio de preferência hospedeiro (<i>Dichelops melacanthus</i> e <i>Podisus nigrispinus</i>) conduzido sob condições ambientais controladas (25±2°C, 80±10% UR, e fotoperíodo de 14/10 h C/E).....	62

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA.....	14
1.1. INTRODUÇÃO GERAL.....	14
1.2. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
1.2.1. CONTROLE BIOLÓGICO	16
1.2.2. INIMIGOS NATURAIS	17
1.2.3. PENTATOMIDAE.....	21
1.2.4. EFEITO DA TEMPERATURA NO DESENVOLVIMENTO DE PARASITOIDES DE OVOS	22
1.3 OBJETIVOS.....	23
1.4 REFERÊNCIAS	23
CAPÍTULO 2 – EFEITO DA TEMPERATURA NO DESENVOLVIMENTO E CAPACIDADE DE PARASITISMO DE <i>Telenomus podisi</i> ASHMEAD, 1893 (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) EM OVOS DE <i>Dichelops melacanthus</i> (DALLAS, 1851) E <i>Podisus nigrispinus</i> (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE).....	31
2.1. RESUMO	31
ABSTRACT	32
2.2. INTRODUÇÃO.....	33
2.3. MATERIAL E MÉTODOS.....	34
2.3.1 Criação e manutenção dos hospedeiros <i>Dichelops melacanthus</i> , <i>Podisus nigrispinus</i> e do parasitoide de ovos <i>Telenomus podisi</i>	34
2.3.2 Bioensaios	35
2.3.2.1 Características biológicas de <i>Telenomus podisi</i> em ovos de <i>Dichelops melacanthus</i> e <i>Podisus nigrispinus</i> em diferentes temperaturas.....	36
2.3.2.2 Capacidade de parasitismo de <i>Telenomus podisi</i> em ovos <i>Dichelops melacanthus</i> e <i>Podisus nigrispinus</i> em diferentes temperaturas.....	36
2.3.3 Análises dos dados	37
2.4. RESULTADOS	37

2.4.1. Características biológicas de <i>Telenomus podisi</i> em ovos de <i>Dichelops melacanthus</i> e <i>Podisus nigrispinus</i> em diferentes temperaturas.....	37
2.4.2. Capacidade de parasitismo de <i>Telenomus podisi</i> em ovos <i>Dichelops melacanthus</i> e <i>Podisus nigrispinus</i> em diferentes temperaturas.....	38
2.5. DISCUSSÃO	39
2.6. REFERÊNCIAS	43
CAPÍTULO 3: PREFERÊNCIA HOSPEDEIRA DO PARASITOIDE <i>Telenomus podisi</i> ASHMEAD, 1893 (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) ENTRE OVOS DE <i>Dichelops melacanthus</i> (DALLAS, 1851) E <i>Podisus nigrispinus</i> (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)	50
3.1. RESUMO	50
ABSTRACT	51
3.2. INTRODUÇÃO	51
3.3. MATERIAL E MÉTODOS.....	53
3.3.1. Criação e manutenção dos hospedeiros <i>Dichelops melacanthus</i> , <i>Podisus nigrispinus</i> e do parasitoide de ovos <i>Telenomus podisi</i>	53
3.3.2. Bioensaios	54
3.3.2.1. Bioensaio 1 - Preferência de <i>Telenomus podisi</i> entre os ovos de <i>Dichelops melacanthus</i> e <i>Podisus nigrispinus</i>	54
3.3.2.2. Bioensaio 2 - Tamanho do ovo hospedeiro	54
3.3.3. Análise de dados.....	55
3.4. RESULTADOS	55
3.5. DISCUSSÃO	55
3.6. REFERÊNCIAS	58
CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
CAPÍTULO 5 - REFERÊNCIAS	66

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA

1.1. INTRODUÇÃO GERAL

A soja [*Glycine max* (L.) Merr.] é atualmente a mais importante oleaginosa cultivada no mundo e uma das “commodities” que mais geram divisas para o Brasil. Sua exploração econômica é prejudicada por vários problemas entomológicos, destacando-se os percevejos pentatomídeos, que se encontram entre as principais pragas da cultura (Panizzi & Slansky Jr. 1985, Lustosa *et al.* 1999). Há uma grande diversidade de espécies de percevejos que atacam a soja durante a safra de verão. Entre as espécies de percevejos mais comuns e importantes nesse sistema produtivo, está o percevejo barriga-verde, *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) (**Figura 1**) (Bianco 2005). Diferentemente do percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae), praga-chave na cultura da soja, o percevejo barriga-verde é hoje conhecido como praga-chave do milho. Ele tem sua população em crescimento já na fase final do desenvolvimento da soja (antecedendo o milho). Entretanto, como sua ocorrência na soja é quase sempre no final do desenvolvimento da cultura (R7 ou R8), o mesmo usualmente não causa injúrias importantes às plantas e, portanto, seu controle isoladamente não é necessário nessa cultura (Corrêa-Ferreira *et al.* 2009). Muitos desses percevejos migram para a cultura do milho segunda safra, cultivado em sequência, quando a soja está sendo colhida. Estes sugam as plântulas de milho, podendo levá-las à morte dependendo da intensidade e fase de desenvolvimento da cultura em que o ataque ocorre.

Atualmente, populações de percevejos, como *E. heros* e *D. melacanthus*, estão colonizando com maior intensidade e mais cedo as lavouras de soja e milho. Isto tem levado os agricultores a aumentar o uso de inseticidas, muitas vezes, sem resultados satisfatórios. Essa dificuldade no controle pode induzir os produtores a fazerem mais aplicações do mesmo defensivo e em doses cada vez mais altas durante a mesma safra (Bianco 2005, Sosa-Gómez & Silva 2010). Contudo, esse uso excessivo de agrotóxicos tem acarretado sérios problemas como o aumento no custo de produção, eliminação de agentes naturais de controle biológico, a seleção de linhagens de pragas resistentes aos inseticidas utilizados e, ainda, a contaminação do homem e do meio ambiente (Sosa-Gómez *et al.* 2001, Diez-Rodriguez & Omoto 2001, Sosa-Gómez & Omoto 2012).

Neste cenário, as pressões sociais vêm exigindo, cada vez mais, qualidade de vida e preservação do meio ambiente, devido aos impactos negativos causados pelo uso abusivo de agrotóxicos nos alimentos. Com o objetivo de reduzir o uso abusivo de agrotóxicos no agroecossistema, o manejo integrado de pragas (MIP) deve ser sempre adotado (Godoy *et al.* 2015). Segundo Kogan (1998) a definição de MIP é a tomada de decisões a partir das táticas de controle, isoladamente ou em conjunto, levando em consideração os aspectos sociais, econômicos e ambientais. Uma das principais ferramentas do MIP é o controle biológico, que é uma prática sustentável de manejo que pode auxiliar a diminuir o uso de inseticidas químicos (Nava 2007).

No controle biológico de pragas, a estratégia mais utilizada hoje em dia é o controle biológico aumentativo (CBA) (van Lenteren *et al.* 2017). O qual visa à liberação massal de inimigos naturais para ter um controle rápido da praga. Esta técnica apresenta grande potencial para o manejo de pragas, sendo aplicado hoje em mais de 30 milhões de hectares em todo o mundo (van Lenteren *et al.* 2017). Os inimigos naturais que são liberados são divididos em: predadores, parasitoides e entomopatógenos (Parra *et al.* 2002). O percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) (**Figura 2**) é considerado importante no controle biológico devido a grande diversidade de presas, causando alta mortalidade nas mesmas (Orr *et al.* 1986, Oliveira *et al.* 1999, Vivian *et al.* 2002). Porém, a população desses percevejos predadores no ecossistema pode ser afetada por outras espécies de predadores e/ou parasitoides (Torres *et al.* 1997).

Dos inimigos naturais de percevejos, os parasitoides de ovos têm sido registrados em vários países, sendo, em muitos casos, considerados os mais importantes agentes de mortalidade natural desses insetos (Jones Junior 1979, Pacheco & Corrêa-Ferreira 1998). O controle dos percevejos com o uso de parasitoides de ovos já é uma realidade no Brasil (Parra 2007). Dos diferentes parasitoides de ovos utilizados em programas de CBA, *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) (**Figura 3**) merece destaque pelo seu potencial no manejo dos percevejos (Pacheco & Corrêa-Ferreira 2000). Após ser produzida em larga escala (Peres & Corrêa-Ferreira 2004), essa espécie de inimigo natural mostrou bom desempenho parasitando ovos de *E. heros* através de liberações, mantendo a praga abaixo do nível de dano econômico (Godoy *et al.* 2007, van Lenteren *et al.* 2017). No entanto, pouco se conhece a respeito de como as espécies hospedeiras podem influenciar o comportamento de oviposição da fêmea de *T. podisi* no CBA. Esse parasitoide pode se desenvolver em diferentes

espécies de percevejo, incluindo espécies herbívoras e predadoras (Koppel *et al.* 2009, Margaría *et al.* 2009). Medeiros *et al.* (1998) encontraram *T. podisi* em ovos de *E. heros*, *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) e *P. nigrispinus* em soja. Além disso, o sucesso ou fracasso das liberações de parasitoides de ovos dependem basicamente do conhecimento das características bioecológicas dos parasitoides, a sua interação com os hospedeiros alvos (Bourchier & Smith 1996) e a influência da temperatura no seu desenvolvimento (Torres *et al.* 1997, Nakama & Foerster 2001, Foerster *et al.* 2004, Doetzer & Foerster 2007, 2013). Sendo assim, visando determinar o potencial de *T. podisi* para o controle de *D. melacanthus*, e possíveis efeitos que poderiam ser considerados negativos sobre petatomídeos predadores, os aspectos biológicos, capacidade de parasitismo e preferência hospedeira desse parasitoide em ovos dos hospedeiros *D. melacanthus* e *P. nigrispinus* foram estudados nessa dissertação de mestrado.

1.2. REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1. CONTROLE BIOLÓGICO

O controle biológico é um fenômeno natural, que consiste na supressão de pragas agrícolas através da ação de seus inimigos naturais (Parra 2006). Dentre os inimigos naturais destacam-se os parasitoides e os predadores devido ao seu potencial na supressão da população de insetos-pragas, ou seja, matam o seu hospedeiro/presa (Berti Filho & Ciociola 2002). Nos agroecossistemas, esses organismos conhecidos como agentes de controle biológico são essenciais para minimizar o uso de agrotóxicos. Essa redução do uso de agrotóxicos associado à busca por uma maior sustentabilidade do sistema produtivo, melhores condições ambientais e qualidade de vida, vem fazendo que os agricultores adotem essas táticas sustentáveis de manejo de pragas, dentre as quais, o controle biológico merece destaque (Parra *et al.* 2002, Nava 2007). Há três tipos de controle biológico:

1.2.1.1. Controle biológico natural (CBN)

O CBN consiste na população de inimigos naturais que controlam naturalmente as pragas no ambiente, sendo responsáveis pela mortalidade natural e manutenção do equilíbrio de pragas (Parra *et al.* 2002). É sempre observado em ambientes que não são

impactados por práticas culturais errôneas, como o uso abusivo de inseticidas, por exemplo. Seus benefícios podem ser maximizados quando as práticas agrícolas são realizadas com o intuito de preservar os inimigos naturais (Bueno *et al.* 2012).

1.2.1.2. Controle biológico clássico (CBC)

O CBC refere-se à importação de inimigos naturais da região de origem da praga-alvo. Após a importação, passa pela quarentena e avaliação, para posterior liberação a campo para controle da praga invasora (Parra *et al.* 2002, van Lenteren *et al.* 2017).

1.2.1.3. Controle biológico aumentativo (CBA)

O CBA refere-se à utilização de grandes quantidades de inimigos naturais nos diferentes agroecossistemas com o objetivo de controlar uma ou mais pragas (Bueno *et al.* 2012). Esses organismos são produzidos em criações massais e liberados nas lavouras para reduzir rapidamente a infestação da praga-alvo (Parra *et al.* 2002, Bueno *et al.* 2012, van Lenteren *et al.* 2017). Atualmente, é aplicada atualmente em mais de 30 milhões de hectares em todo o mundo (van Lenteren *et al.* 2017).

1.2.2. INIMIGOS NATURAIS

Os inimigos naturais de pragas são conhecidos como entomopatógenos (fungos, vírus, bactérias ou nematoides), predadores ou parasitoides que se alimentam e matam as pragas de diferentes culturas (Berti Filho & Ciociola 2002, Bueno *et al.* 2012).

1.2.2.1. Predadores

Consiste em indivíduos de vida livre que consomem diversas presas para completar o seu desenvolvimento. Geralmente o seu tamanho é maior ou igual aos das presas que consomem (Berti Filho & Ciociola 2002, Bueno *et al.* 2012). Na classe insecta, 22 ordens possuem espécies que são predadoras (Costa *et al.* 2006). Dentre os predadores importantes no controle biológico, podemos destacar *P. nigrispinus* devido a sua grande diversidade de presas e a alta mortalidade das mesmas (Orr *et al.* 1986, Oliveira *et al.* 1999, Vivian *et al.* 2002).

1.2.2.1.1 *Podisus nigrispinus*

É um percevejo da família Pentatomidae, subfamília Asopiinae. Entre os pentatomídeos, ele se destaca por ser de hábito alimentar predador. As ninfas (exceto as de 1º instar) e os adultos alimentam-se principalmente de insetos das ordens Lepidoptera, Coleoptera e Hymenoptera (Bueno *et al.* 2012), sendo considerado um importante inimigo natural em programas de manejo integrado de pragas (Santos *et al.* 1995, Oliveira *et al.* 2004).

Diversos países, como o Brasil, Panamá, Equador, Paraguai, Bolívia, Argentina, Peru, tem a presença desse predador em diferentes sistemas agrícolas. Na América do Sul foram relatados 58 espécies de Asopiinae, sendo 14 gêneros e 44 espécies encontradas no Brasil. Treze espécies pertencem ao gênero *Podisus* incluindo *P. nigrispinus* (Torres *et al.* 2006), o mais comum no Brasil. Sua ocorrência inclui lavouras de algodão (Medeiros *et al.* 2000), soja (Corrêa-Ferreira & Moscardi 1995, Medeiros *et al.* 1998), tomate (Vivian *et al.* 2002) e eucalipto (Zanuncio *et al.* 1993), entre outros cultivos.

Como os demais pentatomídeos, *P. nigrispinus* apresenta ciclo de vida composto pelas fases de ovo, ninfa (cinco instares) e adulto. O período de desenvolvimento que compreende desde a eclosão das ninfas até a emergência dos adultos, leva em torno de 17 a 20 dias na temperatura de 25°C – 27°C (Bueno *et al.* 2012, Torres *et al.* 2006). Os ovos possuem coloração esbranquiçada quando recém-ovipositados, após alguns minutos ficam acinzentados; e próximos da eclosão ficam avermelhados. Quando eclodem, as ninfas de primeiro instar apresentam coloração avermelhada, com o formato arredondado. Nesse instar, as ninfas não se alimentam e permanecem agregadas, só após o primeiro dia de vida que elas iniciam a busca por uma fonte de umidade. No segundo instar, inicia-se o forrageamento pela busca de presas para a sua alimentação. No terceiro, quarto e quinto instar, o abdômen possui coloração avermelhada e com pequenas faixas escuras medianas e laterais no corpo (**Figura 3B**), que auxilia na identificação (Torres *et al.* 2006).

Segundo Orr *et al.* (1986) esses percevejos são considerados importantes no controle biológico devido à grande diversidade de hospedeiros e a alta mortalidade causada nas pragas. Porém, a população desses percevejos predadores no ecossistema pode ser afetada por outras espécies de predadores e parasitoides (Torres *et al.* 1997), como os parasitoides de ovos, por exemplo.

1.2.2.2. Parasitoides

Os parasitoides são insetos que têm pelo menos uma fase de seu desenvolvimento associada ao hospedeiro, do qual se alimenta, completando o seu ciclo de vida. Diferentemente dos predadores, que consomem várias presas durante sua vida, os parasitoides são caracterizados por utilizarem um único indivíduo hospedeiro durante todo o seu ciclo biológico (Bueno *et al.* 2012). Possuem preferências por diferentes fases do desenvolvimento dos insetos (ovos, larvas, pupas ou adultos) (Parra *et al.* 2002, Bueno *et al.* 2012).

Estima-se que existam, aproximadamente, 200 mil diferentes espécies de parasitoides divididas principalmente nas ordens Hymenoptera e Diptera. Esses parasitoides podem ser classificados como endoparasitoides ou ectoparasitoides e, ainda, como solitários ou gregários, dependendo do seu tipo de desenvolvimento (Parra *et al.* 2002). Segundo Parra *et al.* (2002), os parasitoides mais importantes pertencem à ordem Hymenoptera. Dentro dele podemos destacar *Trissolcus basalis* (Wollaston, 1858) (Hymenoptera: Scelionidae) e *T. podisi*, sendo as principais espécies de Scelionidae no Brasil utilizados no controle de pentatomídeos na soja (Corrêa-Ferreira 1993, Corrêa-Ferreira & Panizzi 1999, Medeiros *et al.* 1998, Corrêa-Ferreira 2002).

1.2.2.2.1. Scelionidae

A família Scelionidae é formada por 50 gêneros e mais de três mil espécies distribuídas em todo o mundo, ocorrendo em todos os ambientes e altitudes. Sua principal característica é o seu desenvolvimento no interior do ovo do hospedeiro, ou seja, antes de causarem qualquer injúria às plantas. Além disso, esses parasitoides podem alcançar a praga em todas as regiões da planta, diferentemente dos inseticidas, que muitas vezes não são eficientes por não atingirem as pragas protegidas no dossel inferior das plantas, onde ficam protegidas entre as folhas. Esses fatores destacam a importância econômica desses parasitoides no controle biológico de insetos-praga (Johnson 1992, Bueno *et al.* 2012).

Nessa família os insetos possuem especificidade parasitária, ou seja, cada espécie ataca apenas uma família de hospedeiros (Melo *et al.* 2012). Possui a capacidade de busca por hospedeiros e emerge um parasitoide por ovo (Johnson 1984), entretanto, caso ocorra um superparasitismo, as larvas de primeiro instar competirão entre si e somente uma completará o seu ciclo (Bueno *et al.* 2012).

A família Scelionidae é dividida em três subfamílias: Scelioninae, Teleasinae e Telenominae. Dentro de Telenominae temos o gênero *Telenomus* Haliday, 1833 que é um grande gênero de espécies cosmopolitas de parasitoides, tendo como característica o parasitismo de ovos de aranhas e insetos das ordens Lepidoptera, Hemiptera, Diptera, Neuroptera, Odonata, Orthoptera, Mantodea, Coleoptera (Johnson 1984). Muitos de seus hospedeiros são pragas na agricultura, sendo grandes agentes de controle biológico (Johnson 1984, Corrêa-Ferreira & Moscardi 1995, Pacheco & Corrêa-Ferreira 2000, van Lenteren *et al.* 2017). Dentro do gênero *Telenomus*, temos a espécie *T. podisi* que já foi constatado parasitando ovos de percevejos em soja e em milho (Corrêa-Ferreira *et al.* 2006, Bueno *et al.* 2012, Carvalho 2007).

1.2.2.2.1.1. *Telenomus podisi*

O parasitoide de ovos *T. podisi* é um microhimenóptero de vida livre que se alimenta de néctar ou mel. Possui aproximadamente 1 mm de comprimento, de coloração preta (**Figura 3**) (Johnson 1984, Pacheco & Corrêa-Ferreira 2000, Bueno *et al.* 2012), o seu dimorfismo sexual é através das antenas, as fêmeas apresentam antenas clavadas (**Figura 3A**) e os machos filiformes (**Figura 3B**) (Johnson 1984) e, se desenvolve dentro do ovo de diferentes hospedeiros da família Pentatomidae, Scutelleridae e Coreidae (Margaría *et al.* 2009), mostrando a sua adaptação a diferentes hospedeiros e condições climáticas. A distribuição geográfica vai desde o Centro-Oeste até o sul do Brasil (Moreira & Becker 1986, Medeiros *et al.* 1997). No estado do Paraná eles estão presentes durante o ano todo, devido à disponibilidade de hospedeiros alternativos, e em abundância nos cultivos de soja, devido a população *E. heros* que foi sempre considerado como hospedeiro preferencial (Corrêa-Ferreira & Moscardi 1995).

O ciclo biológico desse parasitoide dura em torno de 10 a 13 dias quando estão submetidos a temperaturas entre 25 a 32°C (Torres *et al.* 1997), passando pelas fases de ovo, larva e pupa no interior do ovo hospedeiro (Bueno *et al.* 2012). Quando as fêmeas encontram uma massa de ovos, elas aproximam a antena no seu hospedeiro, examinam e inserem o seu ovipositor na base do ovo. Em seguida, fazem a marcação, passando o ovipositor sobre o córion, para evitar o superparasitismo. O processo leva em torno de 5 a 8 minutos (Johnson 1984). O desenvolvimento é perceptível, devido a mudança de coloração dos ovos do hospedeiro, como nos ovos de *D. melacanthus* (coloração verde), que quando são parasitados mudam para cinza e depois para preto que é a mesma cor dos parasitoides adultos (Bueno *et al.* 2012). Os machos são os primeiros a emergirem,

um a dois dias antes que as fêmeas, e são atraídos para a cópula, assim que elas começam a mastigar o córion (Johnson 1984, Bueno *et al.* 2012).

As fêmeas de *T. podisi* apresentam fecundidade média de 104 ovos, depositados principalmente nos primeiros dias de vida, em ovos de *E. heros* à 25°C (Silva 2017). Segundo Yeargan (1982) o período máximo de oviposição é de 18 dias e a produção de mais descendentes são nas primeiras 24 horas de vida, porém, Pacheco e Corrêa-Ferreira (1998) verificaram que no segundo dia que a produção de descendentes foi maior. Nos ovos produzidos nos primeiros dias é possível observar uma maior proporção de fêmeas em relação a machos, mas conforme aumenta a idade da fêmea, ocorre uma inversão nessa proporção (Pacheco & Corrêa-Ferreira 1998, Bueno *et al.* 2012). Doetzer e Foerster (2007) relataram que a longevidade em condições naturais, durante a entressafra da soja, é de sete meses para *T. podisi* em ovos de *E. heros*. Porém, variável, devido a disponibilidade da quantidade de ovos dos hospedeiros, alimento, temperatura, umidade e energia gasta para cópula e oviposição (Orr 1988, Pacheco & Corrêa-Ferreira 2000, Torres *et al.* 1997). Em laboratório, vive em torno de 3 a 54 dias dependendo da alimentação das fêmeas, a exposição aos hospedeiros e a densidade de fêmeas (Johnson 1984). Quando em temperaturas constantes (25°C) em ovos de *E. heros* vivem em média 30,9 dias (Pacheco & Corrêa-Ferreira 1998).

Esse parasitoide é um parasitoide solitário que se desenvolve em ovos de hospedeiros gregários (percevejos) no campo, incluindo espécies herbívoras e predadoras (Koppel *et al.* 2009, Medeiros *et al.* 1998). Torres *et al.* (1996) encontraram *T. podisi* em ovos de *P. nigrispinus* em plantação de Eucalipto, Medeiros *et al.* (1998) encontraram o parasitoide em ovos de *E. heros*, *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) e *P. nigrispinus* em soja. Mas a sua preferência por determinados hospedeiros pode ser devido à predominância de uma determinada espécie hospedeira de maior abundância, por exemplo, em soja, *T. podisi* apresenta uma preferência para o percevejo-marrom *E. heros* (Pacheco & Corrêa-Ferreira 2000). A incidência natural desses parasitoides em lavouras de soja esta diretamente associada às práticas de manejo adotadas na cultura, já que são insetos sensíveis ao uso de produtos químicos não seletivos (Bueno *et al.* 2012).

1.2.3. PENTATOMIDAE

É uma das maiores famílias dentro da ordem Hemiptera, com aproximadamente 870 gêneros e 4.700 espécies, dentre as quais estão as principais

espécies causadoras de danos às plantas cultiváveis, como a espécie *D. melacanthus* (Panizzi *et al.* 2000, Grazia *et al.* 2012).

1.2.3.1 *Dichelops melacanthus*

A espécie *D. melacanthus* conhecida popularmente como “percevejo-barriga-verde”. É uma espécie exclusivamente neotropical e encontra-se distribuído em diversos países na América do Sul, estando presente no Brasil, no cultivo de soja e outras culturas (Panizzi *et al.* 1977, Panizzi & Slansky 1985, Corrêa-Ferreira 1986).

O percevejo-barriga-verde necessita de estruturas reprodutivas da planta (vagens, sementes, espiga) para que as ninfas e os adultos tenham um bom desempenho. Porém, caso esse alimento esteja indisponível, o mesmo pode alimentar-se de outras plantas. É considerado praga da soja, por alimentar-se das vagens, porém podem alimentar-se de milho, trigo, aveia preta e tritcale. Também já foi registrado alimentando-se de plantas não cultivadas como trapoeraba, crotalaria e capim braquiária. A troca dos hábitos alimentares pode ocorrer devido a baixa disponibilidade de hospedeiros preferenciais (Chocorosqui 2001).

Os adultos medem entre 9 e 11mm e apresentam coloração que varia entre o castanho-amarelado e acinzentado (**Figura 1B**) e o abdômen esverdeado (**Figura 1A**). Apresenta ciclo de vida composto por ovo, cinco estádios de ninfa e adulto. Os ovos são verde-claro, ovóides e colocados agrupados. O tempo de desenvolvimento ninfal varia conforme a disponibilidade de alimento, fotoperíodo e temperatura. Em soja, milho e trigo variam de 26 a 33 dias (Chocorosqui & Panizzi 2008).

1.2.4. EFEITO DA TEMPERATURA NO DESENVOLVIMENTO DE PARASITÓIDES DE OVOS

Os fatores abióticos são importantes, pois interfere no desempenho dos diferentes insetos, principalmente a temperatura (Wilson & Barnett 1983). É essencial no desenvolvimento embrionário dos insetos, sendo capaz de aumentar a temperatura corporal em níveis que podem ser mortais (Higley *et al.* 1986), porém, as temperaturas mais frias podem afetar o desenvolvimento do parasitoide, por causarem danos físicos por lesões metabólicas, como estresse osmótico (Bueno 2008). Segundo Noldus (1989) a temperatura é um fator importante, pois influencia os aspectos biológicos dos insetos,

como o tipo de reprodução, parasitismo, duração do desenvolvimento, viabilidade dos ovos, razão sexual, emergência e longevidade.

Ao considerar *T. podisi* como um agente potencial para o controle biológico de percevejos, torna-se importante o desenvolvimento de pesquisas básicas, visando conhecer o comportamento deste inseto sob diferentes condições ambientais, para que se possa desenvolver um programa de MIP com sucesso (Doetzer & Foerster 2007, Silva 2013).

1.3 OBJETIVOS

Objetivo geral:

Avaliar o potencial de utilização de *Telenomus podisi*, como agente de controle de ovos de *Dichelops melacanthus* e *Podisus nigrispinus*.

Objetivos específicos:

- Avaliar o desenvolvimento de *T. podisi* em ovos de *D. melacanthus* e *P. nigrispinus* em diferentes temperaturas;
- Avaliar a capacidade de parasitismo de *T. podisi* em ovos de *D. melacanthus* e *P. nigrispinus* em diferentes temperaturas;
- Testar a preferência hospedeira de *T. podisi* entre ovos de *D. melacanthus* e *P. nigrispinus*.

1.4 REFERÊNCIAS

- Berti Filho E. & Ciociola A.I. (2002) Parasitoides ou predadores? Vantagens e desvantagens. In: Parra JRP, Botelho SM, Côrrea-Ferreira BS, Bento JMS. **Controle Biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 29-41.
- Bianco R. (2005) Manejo de pragas do milho em plantio direto. In: **An. IX Reunião Itinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico**. Campinas: Emopi, p.8-17.
- Bourchier R.S. & Smith S.M. (1996) Influence of environmental conditions and parasitoid quality on field performance of *Trichogramma minutum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 80:461-468.

Bueno A.F., Sosa-Gomez D.R., Côrrea-Ferreira B.S., Moscardi F., Bueno R.C.O.F. (2012) Inimigos naturais das pragas da soja. In: Hoffmann-Campo B.C., Côrrea-Ferreira B.S., Moscardi F. (Eds), **Soja: Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga**. Embrapa, Brasília, DF, pp.493-630.

Bueno R.C.O.F. (2008) **Bases biológicas para a utilização de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) e *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctidae) em soja**. 119 f. Tese (Doutorado em Ciências: Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

Carvalho E.S.M. (2007) ***Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) no Sistema de Plantio Direito no Sul do Mato Grosso do Sul: Flutuação Populacional, Hospedeiros e Parasitismo**. 57f. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.

Chocorosqui V.R. (2001) **Bioecologia de *Dichelops (Disceraeus) melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae), danos e controle em soja, milho e trigo no Norte do Paraná**. 186 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas: Entomologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

Chocorosqui V.R. & Panizzi A.R. (2008) Nymph and adult biology of *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) feeding on cultivated and non-cultivated host plants. **Neotropical Entomology**, 37:353-360.

Corrêa-Ferreira B.S. (1986) Ocorrência natural do complexo de parasitoides de ovos de percevejos da soja no Paraná. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Brasil, 15:189-199.

_____. (2002) *Trissolcus basal* para o controle de percevejos da soja. In: Parra JRP, Botelho SM, Côrrea-Ferreira BS, Bento JMS. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, p.449-471.

Corrêa-Ferreira B.S., Krzyzanowski F.C., Minami C.A. (2009) Percevejos e a qualidade da semente de soja – série sementes. **Circular Técnica 67**, Embrapa, Londrina.

Corrêa-Ferreira B.S. & Moscardi F. (1995) Seasonal occurrence and host spectrum of egg parasitoids associated with soybean stink bugs. **Biological Control**, 5:196-202.

Corrêa-Ferreira B.S. & Panizzi A.R. (1999) Percevejos da Soja e seu Manejo. Embrapa-CNPSO, **Circular Técnica 24**, p.01– 45.

Costa V.A.C., Berti Filho E., Sato M.E. (2006) Parasitoides e predadores no controle de pragas. In: Pinto A.S., Nava D.E., Rossi M.M., Malerbo-Souza D.T. **Controle biológico de pragas na prática**. Piracicaba: Prol, p. 25-34.

- Diez-Rodrigues G.I. & Omoto C. (2001) Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) à lambda-cialotrina. **Neotropical Entomology**, 30:311-316.
- Doetzer A.K. & Foerster L.A. (2007) Efeito da Temperatura no Desenvolvimento, Longevidade e Reprodução de *Trissolcus basalis* (Wollaston) e *Telenomus podisi* Ashmead (Himenoptera: Scelionidae). **Neotropical Entomology**, 36:233-242.
- Doetzer A.K. & Foerster L.A. (2013) Storage of Pentatomid Eggs in Liquid Nitrogen and Dormancy of *Trissolcus basalis* (Wollaston) and *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae) Adults as a Method of Mass Production. **Neotropical Entomology**, 42:534-538.
- Foerster L.A., Doetzer A.K., Castro L.C.F. (2004) Emergence, longevity and fecundity of *Trissolcus basalis* and *Telenomus podisi* after cold storage in the pupal stage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 39:841-845.
- Godoy K.B., Ávila C.J., Arce C.C.M. (2007) Controle Biológico de Percevejos Fitófagos da Soja na região de Dourados, Ms. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 40. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.
- Godoy C.V., Bueno A.F., Gazziero D.L.P. (2015) Brazilian Soybean Pest Management and Threats to its Sustainability. **Outlooks Pest Management**, 26:113 – 117.
- Grazia J., Cavichioli R.R., Wolf V.R.S., Fernandes J.A.M., Takiya D.M. (2012) Hemiptera. In: Rafael J.Á., Melo G.A.R., Carvalho C.J.B., Casari A.S., Constatino R. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ed Holos, p.347-405.
- Higley S.G., Pedigo L., Ostlie K.R. (1986) DEGDAY: A program for calculating degree-days, and assumptions behind of degree-day approach **Environmental Entomology**, 15:999–1016.
- Johnson N.F. (1984) Systematics of Nearctic *Telenomus*: Classification and Revisions of the *podisi* and *phymatae* Species Groups (Hymenoptera: Scelionidae). **Bulletin of the Ohio Biological Survey**, 6:x + 113.
- Johnson N.F. (1992) Catalog of world species of Proctotrupoidea, exclusive of Platygasteridae (Hymenoptera). **Memoirs of the American Entomological Institute**, 51:1-825.
- Jones Junior W.A. (1979) **The distribution and ecology of pentatomid pests of soybeans in South Carolina**. 150p.
- Kogan, M. (1998) Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. **Annual Review of Entomology**, 43:243-270.
- Koppel A.L., Herbert D.A., Kuhar T.P., Kamminga K. (2009) Survey of stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) egg parasitoids in wheat, soybean, and vegetable crops in southeast Virginia. **Environmental Entomology**, 38:375-379.

Lustosa P.R., Zanuncio J.C., Leite G.L.D., Picanço M. (1999) Qualidade da semente e senescência de genótipos de soja sob dois níveis de infestação de percevejos (Pentatomidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 34:1347-1351.

Margaría C.B., Loiácono M.S., Lanteri A.A. (2009) New geographic and host records for scelionid wasps (Hymenoptera: Scelionidae) parasitoids of insect pests in South America. **Zootaxa**, 2314:41-49.

Medeiros M.A., Schimidt F.G.V., Liácono M.S., Carvalho V.F., Borges M. (1997) Parasitismo e predação em ovos de *Euchistus heros* (Fab.) (Heteroptera: Pentatomidae) no Distrito Federal, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 26:397-401.

Medeiros M.A., Loiácono M.S., Borges M., Schimidt F.V.G. (1998) Incidência natural de parasitoides em ovos de percevejos (Hemiptera: Pentatomidae) encontrados na soja no distrito federal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 33:1431-1435.

Medeiros R.S., Ramalho F.S., Lemos W.P., Zanuncio J.C. (2000) Age-dependent fecundity and life-fertility tables for *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, 124:319-324.

Melo G.A.R., Aguiar A.P., Garcete-Barrett B.R. (2012) Hymenoptera. In: Rafael J.A., Melo G.A.R., Carvalho C.J.B., Casari A.S., Constatino R. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ed Holos, p.553-612.

Moreira G.R.P. & Becker M. (1986) Mortalidade de *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Heteroptera: Pentatomidae) no estágio de ovo na cultura da soja. In: II. Parasitoides, 2, **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 198:291-308.

Nakama P.A. & Foerster L.A. (2001) Efeito da Alternância de Temperatura no Desenvolvimento e Emergência de *Trissolcus basal* (Wollaston) e *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). **Neotropical Entomology**, 30:269-275.

Nava D.E. (2007) Controle biológico de insetos-praga em frutíferas de clima temperado: uma opção viável, mas desafiadora. Embrapa Clima Temperado. **Documentos 208**, Pelotas, p. 20.

Noldus L.P.J.J. (1989) Semiochemicals, foraging behaviour and quality of entomophagous insects for biological control. **Journal of Applied Entomology**, 108:425-451.

Oliveira H.N., Zanuncio J.C., Sossai M.F., Pratissoli D. (1999) Body weight increment of *Podisus nigrispinus* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae), fed on *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) or *Musca domestica* L. (Diptera: muscidae). **Brenesia**, 51:77-83.

Oliveira H.N., Pratissoli D., Pedruzzi E.P., Espindula M.C. (2004) Desenvolvimento do predador *Podisus nigrispinus* alimentado com *Spodoptera frugiperda* e *Tenebrio molitor*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 39:947-951.

Orr D.B., Russin J.S., Boethel D.J. (1986) Reproductive biology behavior of *Telenomus calvus* (Hymenoptera: Scelionidae), a phoretic egg parasitoid of *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae). **The Canadian Entomologist**, 118:1063-1072.

Orr D.B. (1988) Scelionid wasps a biological control agents: a review. **Florida Entomologist**, Gainesville, Fla., US, 71:506-527.

Pacheco D.J.P. & Corrêa-Ferreira B.S. (1998) Potencial reprodutivo e longevidade do parasitóide *Telenomus podisi* Ashmead, em ovos de diferentes espécies de percevejos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 27:585-591.

_____. (2000) Parasitismo de *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) em populações de percevejos pragas da soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 29:295-302.

Panizzi A.R. & Corrêa-Ferreira B.S., Gazzoni D.L., Oliveira E.B., Newman G.G., Turnipseed S.G. (1977) Insetos da soja no Brasil. CNPSo, Embrapa, **Circular Técnica** 21, 20p.

Panizzi A.R. & Slansky Jr F. (1985) Review of phytophagous pentatomids (Hemiptera: Pentatomidae) associated with soybean in the Americas. **Florida Entomologist**, 68:184-214.

Panizzi A.R., Mcpherson J.E., James D.G., Javahery M., Mcpherson R.M. (2000) In: Schaefer C.W. & Panizzi A.R. (Eds.) **Heteroptera of Economic Importance**. Florida: CRC Press. p. 421-474.

Parra J.R.P., Botelho P.S.M., Corrêa-Ferreira B.S., Bento J.M.S. (2002) Controle biológico: terminologia. In: Parra J.R.P., Botelho P.S.M., Corrêa-Ferreira B.S., Bento J.M.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 1-16.

Parra J.R.P. (2006) A prática do controle biológico de pragas no Brasil. In: Pinto AS, Nava DE, Rossi MM, Malerbo-Souza DT. **Controle biológico de pragas na prática**. Piracicaba: Prol, p. 11-24.

_____. (2007) A passos lentos. **Revista Cultivar**, abril, p.10-12.

Peres W.A.A. & Corrêa-Ferreira B.S. (2004) Methodology of mass multiplication of *Telenomus podisi* Ashmead and *Trissolcus basal* (Hymenoptera: Scelionidae) on eggs. **Neotropical Entomology**, 33:457-462.

Santos T.M., Silva E.M., Ramalho F.S. (1995) Desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com curuquerê-do-algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 30:163-167.

Silva G.V. (2013) **Efeito de plantas Bt de soja e milho sobre pragas não-alvo e seus inimigos naturais**. 97f. Dissertação (Ciências Biológicas: Entomologia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

Silva G.V. (2017) **Aspectos Biológicos para criação e utilização de *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) no manejo de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae)**. 114f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitossanidade) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR.

Sosa-Gomez D.R., Corso I.C., Morales L. (2001) Insecticide Resistance to Endosulfan, Monocrotophos and Metamidophos in the Neotropical Brown Stink Bug, *Euschistus heros* (F.). **Neotropical Entomology**, 30:317-320.

Sosa-Gomez D.R. & Silva J.J. (2010) Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to methamidophos in Paraná, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 45:767-769.

Sosa-Gomez D.R. & Omoto C. (2012) Resistência a inseticidas e outros agentes de controle de artrópodes associados à cultura da Soja. In: Hoffmann-Campo C.B., Corrêa-Ferreira B.S., Moscardi F. (Eds.). Soja: **Manejo Integrado de Insetos e Outros Artrópodes-Praga**. Embrapa, Brasília. pp.673-723.

Torres J.B., Zanuncio J.C., Cecon P.R., Gasperazzo W.L. (1996) Mortalidade de *Podisus nigrispinus* (Dallas) por parasitoides de ovos em áreas de eucalipto. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 25:463-472.

Torres J.B., Pratissoli D., Zanuncio J.C. (1997) Exigências Térmicas e Potencial de Desenvolvimento dos Parasitoides *Telenomus podisi* Ashmead e *Trissolcus brochymenae* (Ashmead) em ovos do Percevejo Predador *Podisus nigrispinus* (Dallas). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 26:445-453.

Torres J.B., Zanuncio J.C., Moura M.A. (2006) The predatory stinkbug *Podisus nigrispinus*: biology, ecology and augmentative releases for lepidopteran larval control in Eucalyptus forests in Brazil. **Biological Control**, 27:1–18.

van Lenteren J.C., Bolckmans K., Kohl J., Ravensberg W.J., Urbaneja A. (2017) Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **Biological Control**, 62:1-25.

Vivian L.M., Torres J.B., Barros R., Veiga A.F.S.L. (2002) Tasa de crecimiento poblacional del chinche depredador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) y la presa *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) em invernadero. **Revista Biología Tropical**, 50:145-153.

Wilson L.T. & Barnett W.W. (1983) Degree-days: an aid crop in crop and pest management. **California Agriculture**, 37:4-7.

Yeargan K.V. (1982) Reproductive Capability and Longevity of the Parasitic Wasps *Telenomus podisi* and *Trissolcus euschisti*. **Annals of the Entomological Society of America**, 75:181-183.

Zanuncio T.V., Zanuncio Z.C., Batalha V.C., Santos G.P. (1993) Efeito da alimentação com lagartas de *Bombyx mori* e larvas de *Musca domestica* no desenvolvimento de *Podisus nigrolimbatus* (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, 37:273-277.



Figura 1. Adulto de *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). (A) Vista ventral e (B) Vista dorsal. Foto: Érica Ayumi Taguti.



Figura 2. *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) se alimentando de *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Erebidae). (A) Adulto e (B) ninfas com faixas escuras medianas e laterais no corpo. Foto: Érica Ayumi Taguti.



Figura 3. Adultos de *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae), mostrando o dimorfismo sexual observado nas antenas (A) fêmea (antena clavada), (B) macho (antena filiforme). Foto: Érica Ayumi Taguti.

CAPÍTULO 2 – EFEITO DA TEMPERATURA NO DESENVOLVIMENTO E CAPACIDADE DE PARASITISMO DE *Telenomus podisi* ASHMEAD, 1893 (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) EM OVOS DE *Dichelops melacanthus* (DALLAS, 1851) E *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

2.1. RESUMO

Avaliou-se a influência da temperatura no desenvolvimento e na capacidade de parasitismo do parasitoide *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 em ovos de *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) e *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851). Foram realizados quatro bioensaios (independentes) em temperaturas constantes de 15°C, 20°C, 25°C e 30°C ± 2°C. Foram individualizadas fêmeas de 48 horas e oferecidas às elas uma cartela contendo os ovos dos hospedeiros. Para avaliar as características biológicas, o parasitismo foi permitido por 24 horas à 25 ± 2°C, em seguida as cartelas foram submetidas a 15, 20, 25 e 30°C ± 2°C, sendo os parâmetros avaliados: duração do desenvolvimento de ovo a adulto, emergência (%), razão sexual. Para avaliar a capacidade de parasitismo, os ovos foram ofertados diariamente para as fêmeas, submetidas a 15, 20, 25 e 30°C ± 2°C, os parâmetros avaliados: parasitismo diário, porcentagem acumulada de parasitismo, longevidade das fêmeas, total de ovos parasitados por fêmea. Foi observado que a duração do desenvolvimento ovo-adulto, a emergência, a razão sexual, o total de ovos parasitados e a longevidade foram influenciados pela temperatura, tanto nos ovos de *D. melacanthus* como nos ovos de *P. nigrispinus*. Nos aspectos biológicos, conforme a temperatura aumenta, o tempo no desenvolvimento do parasitoide é reduzido; a emergência acima de 80% foi verificada nas temperaturas de 20°C e 25°C em ovos de *D. melacanthus*, e em 20, 25 e 30°C em *P. nigrispinus*; na menor temperatura (15°C) ocorre a maior porcentagem de fêmeas nos dois hospedeiros. Na capacidade de parasitismo, a longevidade das fêmeas parentais e o número total de ovos parasitados variaram com a temperatura nas duas espécies hospedeiras, mostrando que o parasitismo diário e o número total de ovos parasitados diminuíam com o tempo, e que a longevidade das fêmeas é inversamente proporcional ao aumento da temperatura. Esses resultados permitem concluir que *T. podisi* foi influenciado pelas temperaturas nos dois hospedeiros testados, sendo ambos viáveis

para o seu desenvolvimento, demonstrando a sua capacidade de adaptação a diferentes hospedeiros e a plasticidade à diferentes temperaturas.

Palavras-chave: Controle biológico, parasitoide de ovos, temperaturas.

EFFECT OF TEMPERATURE IN THE DEVELOPMENT AND CAPACITY OF PARASITISM OF *Telenomus podisi* ASHMEAD, 1893 (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) IN EGGS OF *Dichelops melacanthus* (DALLAS, 1851) AND *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

ABSTRACT

The influence of temperature on the development and parasitism capacity of the parasitoid *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 on eggs of *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) and *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) were evaluated. Four (independent) bioassays were performed at constant temperatures of 15°C, 20°C, 25°C and 30°C \pm 2°C. Females of 48 hours were individualized and offered them a card containing the eggs of the hosts. To evaluate the biological characteristics, the parasitism was allowed for 24 hours at 25 \pm 2 ° C, then the cards were submitted to 15, 20, 25 and 30°C \pm 2 ° C, and the parameters evaluated were: duration of egg development to adult , emergence (%) and sex ratio. To evaluate the parasitism capacity, the eggs were offered daily for females, submitted to 15, 20, 25 and 30°C \pm 2 ° C, the parameters evaluated: daily parasitism, accumulated percentage of parasitism, female longevity and total number of parasitized eggs per female. It was observed that the duration of egg-adult development, emergence, sex ratio, total number of parasitized eggs and longevity were influenced by temperature in both eggs of *D. melacanthus* and *P. nigrispinus*. In the biological aspects, as the temperature increases, the time in the development of the parasitoid is reduced; the emergence above 80% was observed at temperatures of 20 ° C and 25 ° C in eggs of *D. melacanthus*, and at 20, 25 and 30 ° C in *P. nigrispinus*; at the lowest temperature (15 ° C) the highest percentage of females occurs in both hosts. In the parasitism capacity, the longevity of the parental females and the total number of parasitized eggs varied with the temperature in the two host species, showing that the daily parasitism and the total number of parasitized eggs decreased with time, and that the longevity of the females is inversely proportional to the increase in temperature.

These results allow us to conclude that *T. podisi* was influenced by the temperatures in the two hosts tested, both of which are feasible for their development, demonstrating their adaptability to different hosts and plasticity at different temperatures.

Key words: Biological control, egg parasitoid, temperatures.

2.2. INTRODUÇÃO

Os percevejos fitófagos, principalmente aqueles pertencentes à família Pentatomidae, atacam diversas culturas causando-lhes danos severos através da sua alimentação (Panizzi *et al.* 2000). Dentro deles, temos o *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Heteroptera), que é favorecido pela sucessão de soja/milho ou soja/trigo (Bianco 2005). O método mais utilizado para controle desses insetos-praga em grandes culturas é o uso de produtos químicos. Porém, o uso excessivo de inseticidas tem acarretado sérios problemas, como o aumento no custo de produção, eliminação de agentes de controle biológico natural, seleção de linhagens de pragas resistentes aos inseticidas utilizados e, ainda, a contaminação do homem e do meio ambiente (Sosa-Gómez *et al.* 2001, Diez-Rodrigues & Omoto 2001, Hoffmann-Campo *et al.* 2012).

Diante deste quadro, deve-se optar por uma visão multidisciplinar integrando-se diversos métodos de controle menos prejudiciais ao homem e ao meio ambiente. Neste contexto, a adoção de táticas complementares ao controle químico para o êxito no manejo deve ser incorporada no sistema, dentro da filosofia de Manejo Integrado de Pragas (MIP). No MIP, uma das táticas de manejo que tem mostrado bons resultados é a utilização do Controle Biológico Aumentativo (CBA), que vem crescendo em todo o mundo por ser uma forma mais sustentável de controle de pragas (van Lenteren *et al.* 2017).

No CBA, os parasitoides de ovos são um dos principais inimigos naturais utilizados no manejo dos percevejos, uma vez que elimina a praga antes mesmo de ocorrer o dano (Koppel *et al.* 2009). Das espécies disponíveis para as liberações em campo, *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae), atua como regulador populacional de diversas espécies de percevejos, incluindo espécies herbívoras, *D. melacanthus*, mas também de espécies predadoras, como *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) (Medeiros *et al.* 1997, Torres *et*

al. 1996, Pacheco & Corrêa-Ferreira 2000, Koppel *et al.* 2009, Margaría *et al.* 2009), o que seria um efeito negativo indesejado da liberação desses parasitoides.

A eficiência de *T. podisi* em campo pode ser afetada por condições abióticas, das quais a temperatura é uma das mais importantes, uma vez que influencia diretamente o desenvolvimento e sobrevivência dos insetos (Wilson & Barnett 1983), podendo afetar características biológicas dos inimigos naturais como o desenvolvimento, razão sexual, emergência, dentre outros (Canto-Silva *et al.* 2005). O sucesso dos parasitoides em programas de CBA está diretamente associado a sua adaptação as diferentes condições climáticas e hospedeiros. Portanto, o objetivo deste trabalho foi estudar a influência da temperatura no desenvolvimento e na capacidade de parasitismo do parasitoide *T. podisi* em ovos de *D. melacanthus* e *P. nigrispinus* em diferentes temperaturas.

2.3. MATERIAL E MÉTODOS

2.3.1 Criação e manutenção dos hospedeiros *Dichelops melacanthus*, *Podisus nigrispinus* e do parasitoide de ovos *Telenomus podisi*

Os percevejos e parasitoides foram criados em condições controladas de laboratório conforme metodologias descritas por Peres & Corrêa-Ferreira (2004) (*T. podisi*), Panizzi *et al.* (2000) (*D. melacanthus*) e Denez *et al.* (2014) (*P. nigrispinus*), em salas climatizadas [temperatura: 25±2°C, umidade: 70±10% e fotoperíodo: 14/10h (C/E)] conforme brevemente descrito a seguir.

Os adultos dos percevejos foram mantidos em caixas de plástico (20 x 20 x 25 cm), forradas com papel filtro e colocado um pedaço de tecido (algodão cru), para servir de substrato de postura. Para a alimentação dos adultos de *D. melacanthus*, ofereceram-se vagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), grãos de soja (*Glycine max* L.), amendoim-cavalo (*Arachis hypogaea* L.), sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) e frutos de ligustro (*Ligustrum lucidum* Ainton). Para *P. nigrispinus*, ofereceram-se lagartas de 3º a 5º intars de *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Erebidæ) e *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidæ) provenientes do Laboratório de Criação de Lagartas da Embrapa Soja. A cada 48h realizou-se a manutenção e a troca dos alimentos. As posturas eram retiradas diariamente e, uma parte era destinada para a manutenção das colônias de percevejos e outra parte era armazenada em galões de nitrogênio líquido (-196°C) para posterior utilização nos experimentos.

O parasitoide *T. podisi* foi mantido em ovos de *Euschistus heros* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae). Para a obtenção dos ovos e criação do hospedeiro *E. heros* a metodologia utilizada foi a descrita acima para *D. melacanthus*. Foram colados ovos de *E. heros* em uma cartela de papel branco (10,5 cm x 15 cm) e oferecidos aos parasitoides para o parasitismo. Após 24h, essa cartela foi retirada e colocada em um pote plástico novo (2 L), contendo gotículas de mel na parede do recipiente para alimentação dos adultos. O pote foi vedado com filme plástico para que os insetos não escapassem.

2.3.2 Bioensaios

Foram realizados quatro bioensaios em diferentes temperaturas: dois para avaliar as características biológicas de duração ovo-adulto (dias), emergência (%), razão sexual do parasitoide em ovos de *D. melacanthus* e *P. nigrispinus*; dois para avaliar a capacidade de parasitismo do parasitoide em ovos de *D. melacanthus* e em de *P. nigrispinus* nas temperaturas de 15°C, 20°C, 25°C e 30°C \pm 2°C. Os ensaios foram conduzidos isoladamente para cada espécie hospedeira.

Antes da instalação dos experimentos, *T. podisi* foi mantida, por uma geração, em ovos das respectivas espécies de insetos, *D. melacanthus* ou *P. nigrispinus*, a fim de se eliminar um possível condicionamento pré-imaginal pela criação no hospedeiro alternativo (*E. heros*) e os experimentos foram instalados então na segunda geração do parasitoide no ovo hospedeiro em estudo.

Para a realização dos bioensaios, foram retirados ovos de *D. melacanthus* ou *P. nigrispinus* do nitrogênio líquido (-196°C) e colados com cola atóxica (Tenaz®) em uma cartela (10,5 cm x 15 cm) de cartolina branca. Esses ovos foram oferecidos para os parasitoides *T. podisi*, após 24hs, a cartela foi retirada e colocada em um novo pote plástico contendo gotículas de mel para a alimentação dos parasitoides adultos assim que emergissem. Os adultos provenientes desses ovos foram então utilizados para montar os experimentos.

Estes ovos tinham, no máximo, 24 horas de idade antes de serem estocados no nitrogênio (-196°C), permanecendo por um período de um a três meses antes de serem utilizados nos experimentos.

2.3.2.1 Características biológicas de *Telenomus podisi* em ovos de *Dichelops melacanthus* e *Podisus nigrispinus* em diferentes temperaturas

Os bioensaios foram realizados em delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos (temperaturas: 15°C, 20°C, 25°C e 30°C \pm 2°C) e sete repetições compostas por três fêmeas individualizadas para cada espécie de ovo (21 insetos por tratamento).

Fêmeas de *T. podisi*, com 48 horas de idade foram individualizadas em tubos de vidro (12 mm de diâmetro e 75 mm de altura), e foram oferecidos, para cada fêmea, uma cartela (10 mm x 70 mm) contendo 40 ovos do hospedeiro *D. melacanthus* ou *P. nigrispinus*. Como alimento aos insetos adultos, uma gotícula de mel puro foi oferecida às fêmeas do parasitoide.

O parasitismo foi permitido por 24 horas em câmaras climatizadas, reguladas a 25 \pm 2°C, UR 70 \pm 10% e fotoperíodo de 14/10h (C/E). Após este período, os parasitoides foram retirados dos tubos e os ovos de cada espécie de inseto foram transferidos para câmaras climatizadas reguladas nas temperaturas 15°C, 20°C, 25°C e 30°C \pm 2°C, com UR: 70 \pm 10% e fotoperíodo de 14/10h (C/E). Foram observados os seguintes parâmetros biológicos: duração do desenvolvimento (ovo-adulto); razão sexual [rs= fêmea/(fêmea + macho)] e a emergência (%). Para determinar a duração do desenvolvimento (ovo-adulto), foram realizadas observações diárias da emergência de *T. podisi*. A avaliação da emergência dos parasitoides foi realizada sob microscópio estereoscópico, contando-se os ovos do hospedeiro que apresentaram orifício de saída dos adultos.

2.3.2.2 Capacidade de parasitismo de *Telenomus podisi* em ovos *Dichelops melacanthus* e *Podisus nigrispinus* em diferentes temperaturas

O bioensaio foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (temperaturas: 15°C, 20°C, 25°C e 30°C \pm 2°C) e 22 repetições compostas por uma fêmea individualizada para cada espécie hospedeira. Tanto os ovos de *D. melacanthus* como os de *P. nigrispinus*, foram retirados diariamente do nitrogênio líquido para utilização nos experimentos.

Foram individualizadas fêmeas de 48 horas em tubos do tipo duran (1,5 mL) e ofertados cartelas (0,8 cm x 5 cm) contendo aproximadamente 40 ovos dos percevejos (*D. melacanthus* ou *P. nigrispinus*). Como alimento, foi colocada uma gotícula de mel

na parede do tubo, e foram vedados com plástico filme. Utilizou-se 22 tubos (repetições) mantidos em câmaras climatizadas reguladas nas temperaturas de cada tratamento [(15°C, 20°C, 25°C e 30°C \pm 2°C), UR: 70 \pm 10% e fotoperíodo 14/10h (C/E)]. Os ovos ficavam disponíveis para o parasitismo por 24h e diariamente as cartelas eram trocadas até a morte das fêmeas. As cartelas contendo ovos parasitados foram armazenadas em sacos plásticos (4 cm x 23 cm), mantidos em salas climatizadas [temperatura: 25 \pm 2°C, umidade relativa: 70 \pm 10% e fotoperíodo: 14/10h (C/E)], permanecendo até a emergência e morte dos adultos.

Os parâmetros avaliados foram: parasitismo diário, porcentagem acumulada de parasitismo, número total de ovos parasitados por fêmea e longevidade das fêmeas parentais.

2.3.3 Análises dos dados

Os resultados foram submetidos às análises exploratórias para avaliar as pressuposições de normalidade dos resíduos (Shapiro & Wilk 1965), a homogeneidade de variância dos tratamentos (Burr & Foster 1972) e a aditividade do modelo para permitir a aplicação da ANOVA. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, com probabilidade de erro de 5%, utilizando o programa de análise estatística SAS (Sas Institute 2009).

2.4. RESULTADOS

2.4.1. Características biológicas de *Telenomus podisi* em ovos de *Dichelops melacanthus* e *Podisus nigrispinus* em diferentes temperaturas

A duração média do período ovo-adulto de *T. podisi* em ovos de *D. melacanthus* e *P. nigrispinus*, foi afetada significativamente pela temperatura, com menor tempo de desenvolvimento em relação à elevação térmica, sendo de 10,8 e 10,9 dias a 30°C e de 58,8 e 67,2 dias a 15°C, respectivamente. O aumento da temperatura de 15°C para 30°C resultou na redução de 48,0 e 56,3 dias no desenvolvimento de *T. podisi* em ovos de *D. melacanthus* e *P. nigrispinus*, respectivamente (**Tabela 1**).

A porcentagem de emergência dos descendentes de *T. podisi* em ovos de *D. melacanthus* e *P. nigrispinus* foi influenciada pela variação da temperatura, com maior emergência do parasitoide a 20°C em ovos de *D. melacanthus* e a 25 e 30°C em ovos de *P. nigrispinus* (**Tabela 1**). Nos ovos de *D. melacanthus* foi possível observar

emergência acima de 80% nas temperaturas de 20 e 25°C (97,4 e 80,5%, respectivamente) sendo menor a 15°C (27,5%). Já nos ovos do predador (*P. nigrispinus*), a emergência acima de 80% foi observada nas temperaturas de 20, 25 e 30°C (87,7; 98,4 e 97,7%, respectivamente) (**Tabela 1**).

A razão sexual de *T. podisi* foi influenciada pelas temperaturas avaliadas sendo reduzida com o aumento da temperatura em ambos hospedeiros (*D. melacanthus* e *P. nigrispinus*) (**Tabela 1**). Entretanto, a razão sexual foi sempre acima de 0,5 em todas as temperaturas avaliadas, tanto nos ovos da praga como no predador (**Tabela 1**). O maior valor encontrado na razão sexual ocorreu quando os insetos foram submetidos à 15°C, para ambas as espécies, e o menor à 25°C para *D. melacanthus* e 30° para *P. nigrispinus* (**Tabela 1**).

2.4.2. Capacidade de parasitismo de *Telenomus podisi* em ovos *Dichelops melacanthus* e *Podisus nigrispinus* em diferentes temperaturas

O parasitismo de *T. podisi* diferiu entre as temperaturas testadas nos dois hospedeiros (**Figuras 1 e 2**). O número de ovos parasitados por dia variou nas temperaturas e hospedeiros, sendo os maiores parasitismos nos primeiros dias. As fêmeas dos parasitoides diminuíram o número de ovos colocados diariamente (parasitismo diário) nas duas espécies de percevejos (*D. melacanthus* e *P. nigrispinus*), mostrando que o parasitismo tende a decrescer com o passar do tempo de vida do parasitoide adulto (**Figuras 1 e 2**). Em ovos do hospedeiro *D. melacanthus* o maior parasitismo foi nas primeiras 24 horas em todas as temperaturas testadas, sendo o número médio de ovos parasitados foi de 4,1; 10,6; 10,9; 12,3. Já no hospedeiro *P. nigrispinus*, o maior parasitismo ocorreu nas primeiras 24 horas apenas nas temperaturas de 20°C e 25°C, para 15°C (**Figura 2A**) e 30°C (**Figura 2D**), ocorreu no segundo e quarto dias, sendo de 0,5; 8,2; 9,7 e 10,8 ovos parasitados nas temperaturas de 15°C, 20°C, 25°C e 30°C \pm 2°C, respectivamente (**Figuras 1 e 2**).

A temperatura afetou a longevidade das fêmeas parentais de *T. podisi* quando submetidas aos dois hospedeiros, sendo inversamente proporcional ao aumento da temperatura. No hospedeiro *D. melacanthus*, a maior longevidade das fêmeas parentais de *T. podisi* foi de 89,0 dias à 15°C, decrescendo para 41,7; 30,8 e 13,9 dias nas temperaturas 20°C, 25°C e 30°C \pm 2°C, respectivamente. Em ovos de *P. nigrispinus*, a maior longevidade de *T. podisi* foi de 133,5 dias à 15°C seguido por 59,7; 42,5 e 31,8 dias nas temperaturas de 20°C, 25°C e 30°C \pm 2°C, respectivamente (**Tabela 2**).

O número total de ovos parasitados por fêmea ao longo do seu desenvolvimento variou com as temperaturas e com as espécies hospedeiras. Em ovos de *D. melacanthus*, nas temperaturas de 20 e 25°C, não houve diferença, sendo a média de 101,5 e 100,0 ovos, respectivamente. Já nas temperaturas de 15°C e 30°C, a média de ovos parasitados foi de 40,8 e 67,5 ovos, respectivamente. Nos ovos do percevejo predador *P. nigrispinus*, o número total de ovos parasitados foi diferente em todas as temperaturas (15°C, 20°C, 25°C e 30°C \pm 2°C), sendo 13,6; 61,6; 100,9 e 82,6 ovos, respectivamente (**Tabela 2**). O parasitismo acumulado atingiu 80% a partir de 24, 20, 14 e 8 dias em ovos de *D. melacanthus* (**Figura 1**), e 18, 17, 14 e 11 dias em *P. nigrispinus* (**Figura 2**) nas temperaturas de 15°C, 20°C, 25°C e 30°C, respectivamente.

2.5. DISCUSSÃO

O presente estudo é importante para o entendimento da influência da temperatura e dos hospedeiros sobre as características biológicas de *T. podisi*. A temperatura afetou os parâmetros avaliados nos hospedeiros testados. Sendo que as temperaturas extremas (15°C e 30°C) causaram um maior impacto no desenvolvimento, razão sexual, emergência, longevidade e capacidade de parasitismo.

A duração do período ovo-adulto (dias) pode indicar melhor ou pior qualidade de uma respectiva temperatura ou hospedeiro. Temperaturas ou hospedeiros mais adequados, geralmente, proporcionam um desenvolvimento mais rápido da fase larval do parasitoide (Yeargan 1980, Sujii *et al.* 2002). Entretanto, os resultados desta pesquisa mostrou que a duração do período ovo-adulto foi semelhante entre os hospedeiros estudados (*D. melacanthus* e *P. nigrispinus*) nas diferentes temperaturas. Isso indica uma semelhança na adequabilidade hospedeira entre *D. melacanthus* e *P. nigrispinus*.

Com relação a temperatura, os resultados mostraram que este fator abiótico afeta o desenvolvimento de *T. podisi*. A redução na duração do desenvolvimento de *T. podisi* devido à elevação da temperatura é consequência do aumento da atividade metabólica dos parasitoides quando desenvolvidos em temperaturas mais elevadas (Hernández & Díaz 1996). Essa redução ocorre até um limite superior máximo de temperatura, acima da qual haverá mortalidade total dos parasitoides (Bueno *et al.* 2008).

Apesar do tempo necessário para o desenvolvimento de ovo-adulto ser semelhante em ambos os hospedeiros estudados (*D. melacanthus* e *P. nigrispinus*), *T. podisi* apresentou bom desenvolvimento nas diferentes temperaturas, o que sugere que esse parasitoide pode ser usado, com sucesso, como potencial estratégia em programas de controle biológico, nas diversas faixas térmicas, nas quais a soja é cultivada no Brasil. Embora seja um resultado de laboratório, com pesquisa conduzida em temperaturas constantes, outros autores como Cônsoli e Parra (1995 a, b) não verificaram grandes diferenças na biologia de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) quando criado em temperaturas constantes e flutuantes, o que pode indicar que parasitoides podem ser liberados no campo e apresentar comportamento semelhantes àqueles de laboratório. Este princípio poderá se aplicar também a *T. podisi* com relação a *D. melacanthus* e *P. nigrispinus* em soja, hipótese que precisa ser confirmada em estudos futuros.

A emergência de *T. podisi* foi afetada pela variação da temperatura quando criados em ovos de ambos os hospedeiros avaliados. A baixa emergência observada na temperatura de 15°C, inferior a 28%, pode ser consequência da proximidade dessa temperatura a temperatura letal inferior para o desenvolvimento dessa espécie de parasitoide. Resultados semelhantes foram relatados por Yeargan (1980) que observou baixa emergência de *T. podisi* em ovos de *Podisus maculiventris* (Say, 1832) a 15,5°C e também por Nakama e Foerster (2001) e Torres *et al.* (1997) que relataram em seus estudos a viabilidade menor que 50% quando os parasitoides foram submetidos a temperatura de 15°C, confirmando o que foi observado nesse estudo. Assim durante os períodos mais frios do ano, é aconselhável que as liberações de *T. podisi* sejam antecipadas e em maiores quantidades, já que o desenvolvimento é longo e a emergência baixa. Nas regiões mais quentes, o parasitoide pode ser beneficiado pelo desenvolvimento mais rápido e por isso os ovos dos hospedeiros parasitados não ficam muito tempo expostos a predadores e aos inseticidas que poderiam afetar a eficiência desses inimigos naturais em campo.

A razão sexual é outra característica biológica importante em programas de controle biológico aplicado, sendo desejável a maior produção de fêmeas, pois estas são as responsáveis pelo parasitismo (Bueno *et al.* 2009). Segundo Yeargan (1980) em seu trabalho é relatado que a 15,5°C só há emergência de fêmeas, demonstrando que os machos são mais vulneráveis ao frio, corroborando com os dados encontrados para 15°C nos dois hospedeiros. Doetzer e Foerster (2007) relatam que em condições

naturais na entressafra de soja no sul do Paraná, durante os meses mais frios, a maior porcentagem de ocorrência foi de fêmeas, sugerindo a tolerância ao frio.

A longevidade das fêmeas apresenta relação com o número de ovos parasitados. Assim, quando as fêmeas são expostas à diferentes hospedeiros, essa característica biológica pode indicar maior ou menor gasto energético no parasitismo e deste modo separar hospedeiros mais ou menos suscetíveis (Pacheco & Corrêa-Ferreira 1998). As fêmeas de *T. podisi* tiveram um maior gasto energético nos ovos de *D. melacanthus* o que provavelmente reduziu a sua longevidade. Isso pode ser consequência de um maior parasitismo de *T. podisi* em ovos de *D. melancathus*, o que precisa ser mais bem estudado e confirmado em pesquisas futuras.

Esses resultados demonstram que em regiões de temperaturas elevadas, a longevidade média de inimigos naturais pode ser reduzida em liberações de campo, indicando, que em programas de controle biológico que visem a utilização *T. podisi*, será exigida uma maior frequência de liberação à medida que aumenta a temperatura média da região. Além disso, é conveniente salientar que a temperatura, embora seja considerado um fator de extrema importância, não é o único responsável pela alteração no desenvolvimento e sobrevivência dos insetos benéficos, uma vez que outros fatores abióticos como fotoperíodo, umidade relativa e bióticos como competição inter e intraespecífica, podem interferir nas características biológicas dos insetos pertencentes a esse grupo (Pratissoli 1995, Parra 1997).

Resultados semelhantes foram relatados na literatura por Pacheco e Corrêa-Ferreira (1998) que reportam que a longevidade média de *T. podisi* é de 40,6 dias em ovos de *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Pentatomidae), 30,9 dias em ovos de *E. heros* e 19,9 dias em ovos de *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae) quando estão à 25°C. Em campo, a longevidade dos inimigos naturais é uma importante característica biológica para os programas de controle biológico, visto que a temperatura pode influenciar esse aspecto. Doetzer e Foerster (2007) relatam que a temperatura no desenvolvimento dos estágios imaturos acaba afetando o parasitoide adulto em sua longevidade e capacidade de parasitismo. Sendo assim, é importante conhecer a capacidade de parasitismo entre outras características biológicas, pois se as maiores concentrações forem nos primeiros dias, poderá não haver necessidade de insetos com a maior longevidade, porém, mais liberações serão necessárias.

Nesse estudo, as primeiras 24 horas corresponderam ao período de maior parasitismo das fêmeas de *T. podisi* em todas as temperaturas avaliadas quando o

hospedeiro foi *D. melacanthus*. Yeargan (1982) relatou a maior taxa de parasitismo sendo nas primeiras 24 horas em ovos de *P. maculiventris*, e Silva (2017) em ovos de *E. heros*, corroborando com os dados encontrados. Com *P. nigrispinus* nas temperaturas de 15°C e 30°C, o maior parasitismo não foi nas primeiras 24 horas, mas sim nos primeiros quatro dias, período inicial de vida do adulto de *T. podisi*.

No presente trabalho, o total de ovos parasitados ao longo da vida de *T. podisi* foi maior nas temperaturas de 20°C (101,5 ovos) e 25°C (100,0 ovos) quando o hospedeiro foi *D. melacanthus* e na temperatura de 25°C (100,9 ovos) em ovos de *P. nigrispinus*. Resultados semelhantes foram relatados por Silva (2017) que observou que uma fêmea de *T. podisi* parasita em média 104 ovos de *E. heros*. Bleicher e Parra (1989) relatam que em temperaturas altas ocorre o aumento no metabolismo dos insetos, provocando uma redução drástica no parasitismo. Segundo Yeargan (1982) *T. podisi* quando submetido à 25°C pode ovipositar até 18 dias, o mesmo ocorreu com *T. podisi* em ovos de *D. melacanthus*. O índice de 80% de parasitismo nos mostra a eficiência dos parasitoides, sendo que no presente estudo, houve variação nos hospedeiros e temperaturas testadas.

O fato de *T. podisi* ser considerado generalista, devido à utilização de hospedeiros fitófagos e predadores para o seu desenvolvimento, faz com que sejam agentes promissores de controle biológico (Torres *et al.* 1997). *Telenomus podisi* pode afetar as populações de *P. nigrispinus*, parasitando-os, porém outros aspectos devem ser considerados, não levando somente em consideração o potencial reprodutivo generalista.

Em geral, os resultados obtidos permitem concluir que: 1) *T. podisi* foi influenciado pela temperatura nos dois hospedeiros testados; 2) apresenta variações no número total de ovos parasitados nas diferentes temperaturas e nos hospedeiros; 3) O seu desenvolvimento (dias) pode ser acelerado ou reduzido dependendo da temperatura em que foi submetido; 3) A longevidade *T. podisi* é inversamente proporcional ao aumento da temperatura nos hospedeiros avaliados; 4) Tanto em ovos de *D. melacanthus* e *P. nigrispinus*, o parasitoide consegue desenvolver-se mostrando a sua capacidade de adaptação a diferentes hospedeiros e a plasticidade à diferentes temperaturas. Isso demonstra que *T. podisi* é parasitoide promissor no controle de *D. melacanthus* no sistema soja-milho, mas que é diretamente impactado pela temperatura, podendo também reduzir a população de *P. nigrispinus*.

2.6. REFERÊNCIAS

- Bianco R. (2005) Manejo de pragas do milho em plantio direto. In: **An. IX Reunião Itinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico**. Campinas: Emopi, p.8-17.
- Bleicher E. & Parra J.R.P. (1989) Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argillacea*. I. Biologia de três populações. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, 24:929-940.
- Bueno R.C.O.F., Carneiro T.R., Pratissoli D., Bueno A.F., Fernandes A.O. (2008) Biology and thermal requirements of *Telenomus remus* reared on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* eggs. **Ciência Rural**, Santa Maria, 38:1-6.
- Bueno R.C.O.F., Parra J.R.P., Bueno A.F., Haddad M.L. (2009) Desempenho de Tricogramatídeos como potenciais agentes de controle de *Pseudoplusia includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, 38:389-394.
- Burr I.W. & Foster L.A. (1972) **A test for equality of variances**. Mimeo series, n.282. West Lafayette, Purdue University, 26p.
- Canto-Silva C.R., Romanowski H.P., Redaelli L.R. (2005) Effect of temperature on the development and viability of *Gryon gallardoi* (Brethes) (Hymenoptera: Scelionidae) parasitizing *Spartocera dentiventris* (Berg) (Hemiptera: Coreidae) Eggs. **Brazilian Journal of Biology**, 65:415-421.
- Cônsoli F.L. & Parra J.R.P. (1995a) Effects of constant and alternating temperatures on *Trichogramma galloi* Zucchi (Hym.: Trichogrammatidae) biology. I. Developmental and thermal requirements. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, 119:415-418.
- _____. (1995b) Effects of constant and alternating temperatures on *Trichogramma galloi* Zucchi (Hym.: Trichogrammatidae) biology. II. Parasitism capacity and longevity. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, 119:667-670.
- Denez, M.D., Bueno A.F., Pasini A., Bortolotto O.C., Stecca C.S. (2014) Biological Parameters of *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) Fed With Different Soybean Insect Pests. **Annals of the Entomological Society of America**, 107:967-974.
- Doetzer A.K. & Foerster L.A. (2007) Efeito da Temperatura no Desenvolvimento, Longevidade e Reprodução de *Trissolcus basal* (Wollaston) e *Telenomus podisi* Ashmead (Himenóptera: Scelionidae). **Neotropical Entomology**, 36:233-242.
- Diez-Rodrigues G.I. & Omoto C. (2001) Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) à lambda-cialotrina. **Neotropical Entomology**, 30:311-316.
- Hernández D. & Díaz F. (1996) Efecto de la temperatura sobre el desarrollo de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) parasitoide de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Boletín de Entomología Venezolana**, Caracas, 11:149-153.

Hoffmann-Campo C.B., Corrêa-Ferreira B.S., Moscardi, F. (2012) **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 859 p.

Koppel A.L., Herbert D.A., Kuhar T.P., Kamminga K. (2009) Survey of stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) egg parasitoids in wheat, soybean, and vegetable crops in southeast Virginia. **Environmental Entomology**, 38:375-379.

Margaría C.B., Loíacono M.S., Lanteri A.A. (2009) New geographic and host records for scelionid wasps (Hymenoptera: Scelionidae) parasitoids of insect pests in South America. **Zootaxa**, 2314:41-49.

Medeiros M.A., Schimidt F.V.G., Loíacono M.S., Carvalho V.F., Borges M. (1997) Parasitismo e predação em ovos de *Euschistus heros* (Fab.) (Heteroptera: Pentatomidae) no Distrito Federal, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 26:397-401.

Nakama P.A. & Foerster L.A. (2001) Efeito da Alternância de Temperatura no Desenvolvimento e Emergência de *Trissolcus basalis* (Wollaston) e *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). **Neotropical Entomology**, 30:269-275.

Pacheco D.J.P. & Corrêa-Ferreira B.S. (1998) Potencial Reprodutivo e Longevidade do Parasitoide de ovos *Telenomus podisi* Ashmead, em ovos dos diferentes espécies de percevejos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 27:585-591.

_____. (2000). Parasitismo de *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) em populações de percevejos pragas da soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 29:295-302.

Panizzi A.R., Parra J.R.P., Santos C.H., Carvalho D.R. (2000) Rearing the southern green stink bug using artificial dry diet and artificial plant. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 35:1709-1715.

Parra J.R.P. (1997) Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: Parra JRP, Zucchi RA (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, p. 121-150.

Peres W.A.A. & Corrêa-Ferreira B.S. (2004) Methodology of mass multiplication of *Telenomus podisi* Ashmead and *Trissolcus basalis* (Hymenoptera: Scelionidae) on eggs of *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, 33:457-462.

Pratissoli D. (1995) **Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, nas traças, *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) e *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873), em tomateiro**. 134 p. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

SAS Institute (2009) SAS/STAT: user's guide. Version 9.2. Cary, SAS Institute.

Shapiro S.S. & Wilk M.B. (1965) An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika** 52: 591-611.

Sosa-Gómez D.R., Corso I.C., Morales L. (2001) Insecticide Resistance to Endosulfan, Monocrotophos and Metamidophos in the Neotropical Brown Stink Bug, *Euschistus heros* (F.). **Neotropical Entomology**, 30:317-320.

Silva G.V. (2017) **Aspectos Biológicos para criação e utilização de *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) no manejo de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae)**. 114f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitossanidade) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR.

Sujii E.R., Costa M.L.M., Pires C.S.S., Colazza S., Borges M. (2002) Inter and intra-guild interactions in egg parasitoid species of the soybean stink bug complex. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 37:541-549.

Torres J.B., Zanuncio J.C., Cecon P.R., Gasperazzo W.L. (1996) Mortalidade de *Podisus nigrispinus* (Dallas) por parasitoides de ovos em áreas de eucalipto. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 25:463-472.

Torres J.B., Pratisoli D., Zanuncio J.C. (1997) Exigências térmicas e potencial de desenvolvimento dos parasitoides *Telenomus podisi* Ashmead e *Trissolcus brochymenae* (Ashmead) em ovos de percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 26:339-342.

van Lenteren J.C., Bolckmans K., Kohl J., Ravensberg W.J., Urbaneja A. (2017) Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **Biological Control**, p.1-21.

Wilson L.T. & Barnett W.W. (1983) Degree-days: an aid crop in crop and pest management. **California Agriculture**, n.37, p.4-7.

Yeagan K.V. (1980) Effects of temperature on development rate of *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae). **Annals of the Entomological Society of America**, 73:339-342.

_____. (1982) Reproductive Capability and Longevity of the Parasitic Wasps *Telenomus podisi* and *Trissolcus euschisti*. **Annals of the Entomological Society of America**, 75:181-183.

Tabela 1. Aspectos biológicos de *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) em ovos de *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) e *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). Umidade relativa 70±10% e fotoperíodo 14/10 (C/E).

Hospedeiro	Temperatura (°C)	Ovo-adulto (dias) ¹	Emergência (%) ¹	Razão Sexual ¹
<i>D. melacanthus</i>	15	58,8 ± 0,8 a ²	27,5 ± 3,2 c ³	0,90 ± 0,05 a
	20	22,1 ± 0,1 b	97,4 ± 1,2 a	0,71 ± 0,06 ab
	25	12,6 ± 0,2 c	80,5 ± 6,6 b	0,50 ± 0,05 b
	30	10,8 ± 0,3 d	69,7 ± 6,8 b	0,57 ± 0,05 b
	CV (%)	2,12	17,69	20,47
	<i>p</i>	<0,0001	<0,0001	0,0002
	gl _{resíduo}	24	24	23
	F	2727,13	29,33	10,44
<i>P. nigrispinus</i>	15	67,2 ± 0,5 a ²	3,8 ± 1 c ³	1,00 ± 0,00 a ⁴
	20	21,1 ± 0,1 b	87,7 ± 1,4 b	0,92 ± 0,01 b
	25	14,1 ± 0,1 c	98,4 ± 0,4 a	0,89 ± 0,03 b
	30	10,9 ± 0,2 d	97,7 ± 0,8 a	0,60 ± 0,01 c
	CV (%)	1,31	6,92	1,41
	<i>p</i>	<0,0001	<0,0001	< 0,0001
	gl _{resíduo}	22	23	18
	F	6962,25	470,90	97,86

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra para cada hospedeiro não diferem estatisticamente (Teste de Tukey, $p > 0,05$). ²Médias originais seguidas pelas estatística realizada nos dados transformados em \sqrt{X} . ³Médias originais seguidas pelas estatística realizada nos dados transformados em $\sqrt{X/100}$. ⁴Médias originais seguidas pelas estatística realizada nos dados transformados em $\sqrt{X+0,5}$. ^{ns}ANOVA não significativa.

Tabela 2. Capacidade de Parasitismo de *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) em ovos de *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) e *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). Umidade relativa 70±10% e fotoperíodo 14/10 (C/E).

Hospedeiro	Temperatura (°C)	Longevidade das fêmeas parentais (dias) ¹	Total de ovos parasitados por fêmea ¹
<i>D. melacanthus</i>	15	89,0 ± 6,3 a ²	40,80 ± 2,17 c ³
	20	41,7 ± 2,4 b	101,58 ± 3,96 a
	25	30,8 ± 2,5 c	100,00 ± 3,98 a
	30	13,9 ± 0,9 d	67,50 ± 4,14 b
	CV (%)	17,50	10,89
	<i>p</i>	<0,0001	<0,0001
	gl _{resíduo}	76	72
	F	98,32	67,96
<i>P. nigrispinus</i>	15	133,5 ± 5,6 a ²	13,68 ± 1,96 d ³
	20	59,7 ± 3,2 b	61,65 ± 4,05 c
	25	42,5 ± 2,2 c	100,94 ± 3,57 a
	30	31,8 ± 1,5 d	82,65 ± 4,95 b
	CV (%)	10,94	15,83
	<i>p</i>	<0,0001	<0,0001
	gl _{resíduo}	73	76
	F	182,52	123,16

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra para cada hospedeiro não diferem estatisticamente (Teste de Tukey, $p > 0,05$). ²Médias originais seguidas pelas estatística realizada nos dados transformados em \sqrt{X} . ³Médias originais seguidas pelas estatística realizada nos dados transformados em $\sqrt{X + 0,5}$.

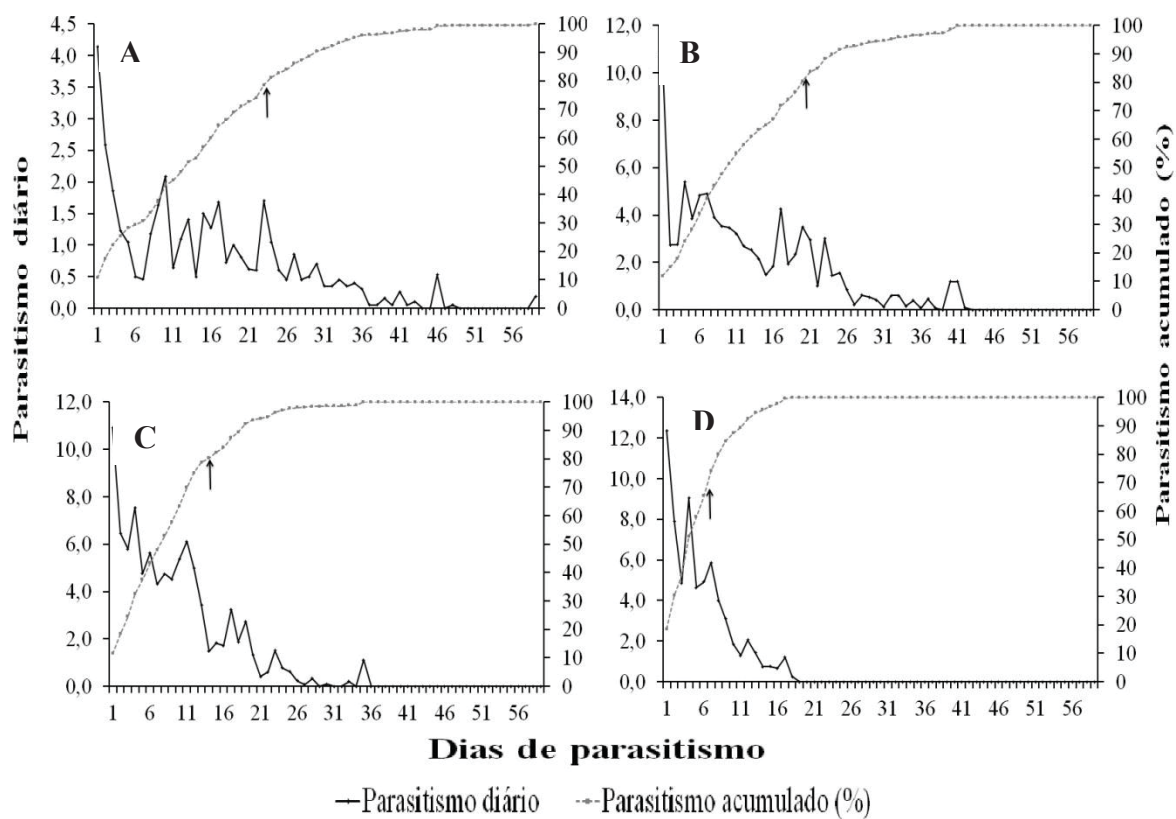


Figura 1. Capacidade de parasitismo de *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) em ovos de *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) em diferentes temperaturas. (A) 15°C, (B) 20°C, (C) 25°C, (D) 30°C. Umidade relativa 70±10% e fotoperíodo 14:10 claro:escuro. As setas indicam 80% de parasitismo.

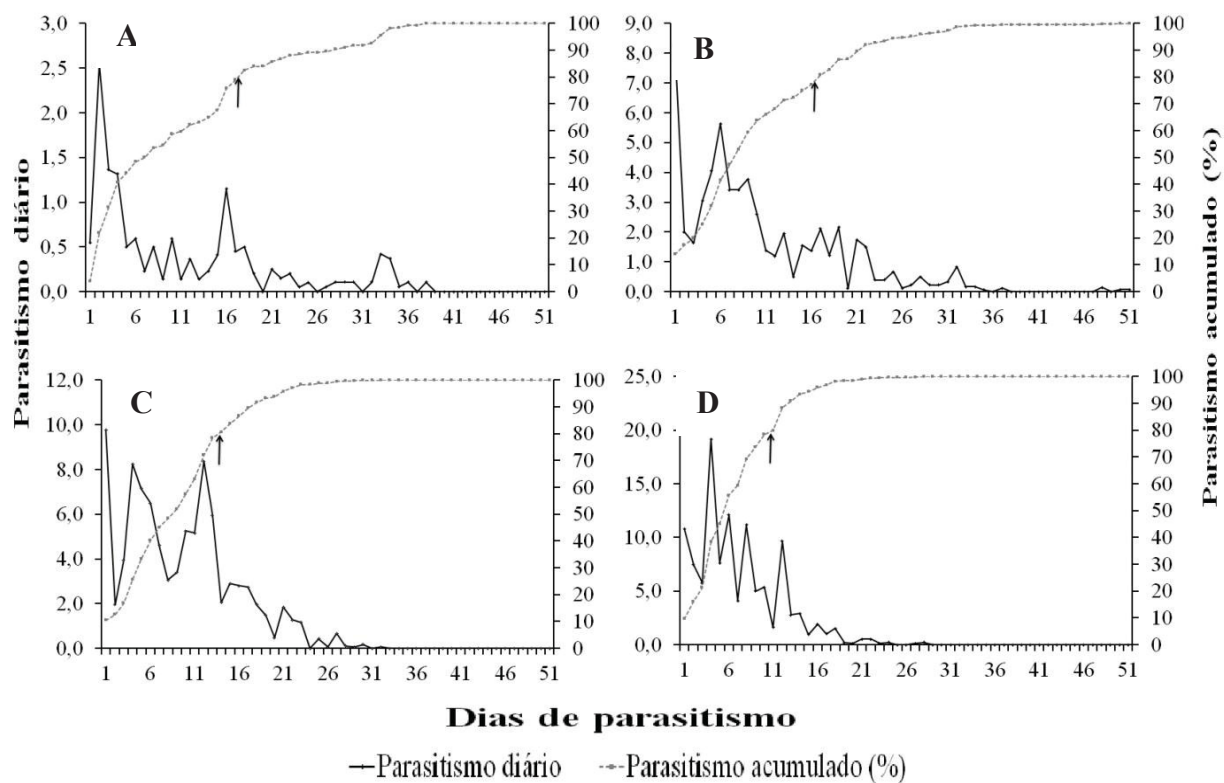


Figura 2. Capacidade de parasitismo de *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) em ovos de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) em diferentes temperaturas. (A) 15°C, (B) 20°C, (C) 25°C, (D) 30°C. Umidade relativa 70±10% e fotoperíodo 14:10 claro:escuro. As setas indicam 80% de parasitismo.

CAPÍTULO 3: PREFERÊNCIA HOSPEDEIRA DO PARASITOIDE *Telenomus podisi* ASHMEAD, 1893 (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) ENTRE OVOS DE *Dichelops melacanthus* (DALLAS, 1851) E *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

3.1. RESUMO

Para que o controle biológico aumentativo (CBA) seja bem sucedido, é essencial conhecer o parasitoide liberado e suas preferências hospedeiras, pois a presença de hospedeiros alternativos pode afetar o controle da praga alvo no campo. Desse modo, o avaliou-se a preferência hospedeira de *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 em ovos de *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) e *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851). Dois bioensaios foram realizados: um para testar a preferência hospedeira e outro para avaliar o tamanho do ovo de *D. melacanthus* e *P. nigrispinus*. Para o bioensaio de preferência hospedeira, foram montadas arenas com garrafas de polietileno (4cm x 2cm) e tubos duran (1,5 mL), que foram dispostas equidistantes na parte inferior da garrafa. Foram oferecidas cartelas contendo aproximadamente 40 ovos de *D. melacanthus* e 40 de *P. nigrispinus*. Os parâmetros avaliados foram: número de ovos parasitados, porcentagem de parasitismo e a preferência hospedeira. No bioensaio para avaliar o tamanho dos ovos hospedeiros, os mesmos foram fotografados e medidos (comprimento e largura). A quantidade de ovos parasitados foi maior para *D. melacanthus* (27,9 ovos) do que para *P. nigrispinus* (19,5 ovos) e a porcentagem de parasitismo para *D. melacanthus* e *P. nigrispinus* foi de 59,6% e 40,4%, respectivamente. O tamanho do ovo, tanto em largura como em comprimento, foram maiores em *D. melacanthus*. Esses resultados evidenciam a preferência de *T. podisi* por ovos de *D. melacanthus* em comparação com os ovos de *P. nigrispinus*.

Palavras chave: controle biológico, inimigo natural, teste de preferência.

HOST PREFERENCE OF THE PARASITOID *Telenomus podisi* ASHMEAD, 1893 (HEMIPTERA: SCELIONIDAE) BETWEEN EGGS OF *Dichelops melacanthus* (DALLAS, 1851) AND *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

ABSTRACT

In order for augmentative biological control (CBA) to be successful, it is essential to know the released parasitoid and its host preferences, since the presence of alternative hosts may affect the control of the target pest in the field. Thus, the host preference of *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 on *Dichelops melacanthus* eggs (Dallas, 1851) and *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) was evaluated. Two bioassays were performed: one to test the host preference and the other to evaluate the egg size of *D. melacanthus* and *P. nigrispinus*. For the preferential host bioassay, arenas were assembled with polyethylene bottles (4cm x 2cm) and duran tubes (1.5ml), which were arranged equidistant in the lower part of the bottle. Cards containing approximately 40 eggs of *D. melacanthus* and 40 eggs of *P. nigrispinus* were offered. The parameters evaluated were: number of parasitized eggs, percentage of parasitism and host preference. The bioassay to evaluate the size of the host eggs was photographed and measured (length and width). The number of parasitized eggs was higher for *D. melacanthus* (27.9 eggs) than for *P. nigrispinus* (19.5 eggs) and the percentage of parasitism for *D. melacanthus* and *P. nigrispinus* was 59.6% and 40, 4%, respectively. The size of the eggs, both in width and length, were larger in *D. melacanthus*. These results evidenced the preference of *T. podisi* for eggs of *D. melacanthus* in comparison to eggs of *P. nigrispinus*.

Keywords: biological control, natural enemy, preference test.

3.2. INTRODUÇÃO

A medida de controle mais comum usada pela maioria dos agricultores no manejo de pragas são os inseticidas (van Lenteren & Bueno 2003), que são frequentemente usados em excesso (Bueno *et al.* 2011). Embora o controle químico seja uma ferramenta importante na agricultura, o uso abusivo desse recurso pode acarretar consequências indesejáveis, como a rápida seleção de populações resistentes de pragas ou a eliminação de parasitoides e predadores. Tais consequências causam desequilíbrios

biológicos no agrossistema e, consequentemente, o aumento de outras espécies de pragas que anteriormente estavam sob controle (pragas secundárias) (Fernandes *et al.* 2010, Sosa-Gómez *et al.* 2001, Sosa-Gómez & Silva 2010). Desta forma, o manejo mais sustentável de pragas que tem sido utilizado hoje em dia, é o controle biológico aumentativo (CBA) (van Lenteren *et al.* 2017).

CBA é uma das estratégias do controle biológico, que visa a liberação de grande número de inimigos naturais para ter um controle rápido da praga; possui um grande potencial para o manejo de pragas e é aplicado hoje em mais de 30 milhões de hectares em todo o mundo (van Lenteren *et al.* 2017). Entre os diferentes inimigos naturais que podem ser utilizados em programas de CBA, *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae) merece destaque pelo seu potencial no manejo dos percevejos, uma das principais pragas da soja. Esse parasitoide de ovos é solitário que se desenvolve em hospedeiros gregários (percevejos) no campo, incluindo espécies herbívoras e predadoras (Koppel *et al.* 2009). Após ser produzida em larga escala em laboratório (Peres & Corrêa-Ferreira 2004), essa espécie de inimigo natural mostrou bom desempenho parasitando ovos de *E. heros* através de liberações, mantendo a praga abaixo do nível de dano econômico (Godoy *et al.* 2007, van Lenteren *et al.* 2017). No entanto, pouco se conhece sobre como as espécies hospedeiras podem influenciar o comportamento de oviposição da fêmea de *T. podisi* no CBA.

Em situações de campo, é provável que durante o forrageamento, *T. podisi* encontre os ovos de uma espécie hospedeira antes dos ovos de outra, devido às diferenças temporais ou espaciais na oviposição dos hospedeiros. Embora *T. podisi* parasite ovos de diferentes espécies de percevejos (Corrêa-Ferreira & Moscardi 1995), parasitoides de ovos, em geral, avaliam a adequação do hospedeiro usando vários fatores que incluem o tamanho e forma do ovo, características do córion, características químicas do interior, e fatores químicos da superfície do ovo (Klomp & Teerink 1962, Pak & De Jong 1987, Godfray 1994, Pluke & Leibee 2006, Zhou *et al.* 2014). Sua avaliação fornece-lhes as informações necessárias para determinar a atividade de oviposição e alocação de ovos em espécies-alvo e não-alvo (Mansfield & Mills 2004).

Neste contexto, ainda é incerto como a presença de diferentes espécies de percevejos afetaria os níveis de parasitismo de *T. podisi*. Assim, é de interesse teórico e prático entender a preferência hospedeira dos parasitoides. A diversidade de espécies de percevejos pode interferir no desempenho dos parasitoides na supressão do número de insetos de uma praga alvo, devido à maior disponibilidade de ovos (Siqueira *et al.*

2012). Portanto, este trabalho teve como objetivo determinar a preferência hospedeira de *T. podisi*, oferecendo os ovos do percevejo praga (espécie alvo) *D. melacanthus* e a espécie predatória (espécie não-alvo) *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) a fim de fornecer informações essenciais que ajudarão a compreender o desempenho do parasitoide em liberações de campo.

3.3. MATERIAL E MÉTODOS

3.3.1. Criação e manutenção dos hospedeiros *Dichelops melacanthus*, *Podisus nigrispinus* e do parasitoide de ovos *Telenomus podisi*

Os percevejos e parasitoides foram criados nos Laboratórios da Embrapa Soja (Londrina – PR), ambos mantidos em salas climatizadas controladas [temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade: $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo: 14/10h (C/E)].

Os adultos dos percevejos foram mantidos em caixas de plástico (20 x 20 x 25 cm), forradas com papel filtro e colocado um pedaço de tecido (algodão cru), para servir de substrato de postura. Para a alimentação dos adultos de *D. melacanthus*, ofereceram-se vagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), grãos de soja (*Glycine max* L.), amendoim-cavalo (*Arachis hypogaea* L.), sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) e frutos de ligustro (*Ligustrum lucidum* Ainton). Para *P. nigrispinus*, ofereceram-se lagartas de *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Erebidæ) e *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidæ), provenientes do Laboratório de Criação de Lagartas da Embrapa Soja. A cada 48h era feito a manutenção e a troca de alimento. As posturas eram retiradas diariamente e, uma parte era destinada para a manutenção dos percevejos e a outra parte era armazenada por um período de um a dois meses em nitrogênio líquido (-196°C) para posteriormente, serem utilizados nos experimentos.

O parasitoide *T. podisi* foi mantido em ovos de *E. heros*. Para a obtenção dos ovos e criação do hospedeiro *E. heros* a metodologia utilizada foi a mesma descrita acima para *D. melacanthus*. Foram colados ovos de *E. heros* em uma cartela de papel (10,5 cm x 15 cm) branco e oferecidos aos parasitoides. Após 24h, essa cartela foi retirada e colocada em um pote plástico, contendo gotículas de mel na parede do recipiente para alimentação dos adultos e o pote foi vedado com filme plástico para que os insetos não escapassem. Os adultos provenientes dessa cartela foram utilizados nos ensaios ou manutenção da colônia de parasitoides.

3.3.2. Bioensaios

Foram realizados dois bioensaios: um para estudar a preferência do hospedeiro de *T. podisi* entre ovos de *D. melacanthus* e *P. nigrispinus*, e outro para avaliar o tamanho de ovos dos dois hospedeiros. Todos os bioensaios foram realizados em condições ambientais controladas, conforme descrito anteriormente para a criação de parasitoides e hospedeiros.

3.3.2.1. Bioensaio 1 - Preferência de *Telenomus podisi* entre os ovos de *Dichelops melacanthus* e *Podisus nigrispinus*

O bioensaio ocorreu em delineamento inteiramente casualizado, com duas espécies de hospedeiros e 15 repetições. Os parâmetros avaliados foram: o número de ovos parasitados, porcentagem de parasitismo e a preferência em cada hospedeiro.

Seguindo a metodologia de Thuler *et al.* (2007) (**Figura 1A**), foram montadas arenas, compostas por garrafas de polietileno (4 cm de altura e 2 cm de diâmetro) e quatro tubos do tipo duran (1,5 mL) dispostos equidistantemente na parte inferior (**Figura 1B**).

Em dois tubos foram colocados cartelas (0,7 cm x 5,5 cm) contendo aproximadamente 40 ovos de *D. melacanthus* e, outros 2 tubos com ovos de *P. nigrispinus*. Essas cartelas foram colocadas utilizando as duas extremidades para ovos de um hospedeiro e outras duas, com outro hospedeiro. Estes ovos ficaram expostos ao parasitismo por quatro fêmeas durante 24 horas, liberadas em cada arena, através do orifício superior da tampa (**Figura 1B**), sendo este revestido, externamente, com papel alumínio a fim de evitar a atração do parasitoide pela luz.

3.3.2.2. Bioensaio 2 - Tamanho do ovo hospedeiro

Este ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos (ovos de *D. melacanthus* e *P. nigrispinus*) e 10 repetições (um único ovo para cada repetição). Os parâmetros avaliados foram: a largura e o comprimento dos ovos. Para medir esses parâmetros, os ovos foram fotografados usando um estereomicroscópio (Leica Application Suite - Versão 1.6.0) e posteriormente, medidos usando o software Image J - Version 1.47.

3.3.3. Análise de dados

Os resultados primeiro bioensaio (preferência de *T. podisi* entre os ovos de *D. melacanthus* e *P. nigrispinus*) foram comparados estatisticamente usando o Qui-adrado (Sas Institute 2009). Já os resultados do segundo bioensaio (tamanho do ovo hospedeiro) foram submetidos à análise exploratória para avaliar as hipóteses de normalidade dos resíduos (Shapiro & Wilk 1965), homogeneidade de variância dos tratamentos e aditividade do modelo para permitir a aplicação de ANOVA (Burr & Foster 1972). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, com probabilidade de erro de 5%, utilizando o programa de análise estatística SAS (Sas Institute 2009).

3.4. RESULTADOS

No primeiro bioensaio, a quantidade de ovos parasitados por *T. podisi* foi de 27,9 ovos para *D. melacanthus* e 19,5 ovos para *P. nigrispinus*. A preferência hospedeira foi de 59,6% e 40,4% para *D. melacanthus* e *P. nigrispinus*, respectivamente. Este bioensaio nos mostrou que o parasitoide *T. podisi* tem preferência hospedeira pelos ovos de *D. melacanthus* em comparação com os ovos de *P. nigrispinus* (Tabela 1).

No segundo bioensaio, o tamanho do ovo diferiu entre os hospedeiros. A largura dos ovos foi maior em *D. melacanthus* (0,82 mm) em comparação com *P. nigrispinus* (0,76 mm) ($p < 0,0001$). Da mesma forma, o comprimento do ovo foi maior em *D. melacanthus* (0,98 mm) em comparação com *P. nigrispinus* (0,86 mm) ($p < 0,0001$) (Tabela 2).

3.5. DISCUSSÃO

O parasitoide de ovos *T. podisi* preferiu parasitar os ovos de *D. melacanthus* em relação a *P. nigrispinus*, o que pode ser devido a um melhor valor nutricional deste hospedeiro. A teoria de forrageamento ótimo prevê que os organismos devem encontrar, avaliar e explorar os recursos que contenham a maior quantidade de energia para maximizar seu *fitness* ao longo da vida. Vários estudos confirmam esta teoria, demonstrando que, quando o alimento é abundante, o parasitoide tende a evitar hospedeiros que produzem baixo retorno de energia e se especializam em itens mais energéticos (Stephens & Krebs 1986).

A preferência hospedeira do parasitoide também pode ser devido a substâncias químicas do hospedeiro (Borges & Aldrich 1994), o que não foi estudado nesse trabalho, mas poderia ajudar a explicar a preferência de *T. podisi* por diferentes hospedeiros. Mesmo as substâncias secretadas pelo hospedeiro na adesão dos seus ovos a um substrato podem ser importantes para as decisões de oviposição dos parasitoides (Bin *et al.* 1993), acrescentando ainda mais complexidade a essa relação. No entanto, é importante considerar que *T. podisi* é um parasitoide generalista (Corrêa-Ferreira & Moscardi 1995) e tende a usar sinais químicos de vários hospedeiros, enquanto os parasitoides especialistas usam sinais químicos exclusivos de suas espécies alvo (Vet & Dicke 1992, Fatouros *et al.* 2008). Segundo Lagôa (2016), *T. podisi* responde aos rastros químicos, provenientes da movimentação dos seus hospedeiros, e distingue os estímulos que possuem uma melhor condição à sua prole com vantagens adaptativas.

De acordo com Jones *et al.* (2015), algumas espécies de parasitoides podem adaptar-se às novas espécies hospedeiras, dependendo das condições ambientais. Assim, *T. podisi* desenvolveu mecanismos para utilização de recursos de diferentes hospedeiros como consequência do *fitness* ser relativamente menor (Zhou *et al.* 2014), o que pode proporcionar a essa espécie maior flexibilidade na escolha de hospedeiros, sendo diferente de outras espécies de parasitoides. O tamanho do hospedeiro pode influenciar a escolha de diferentes espécies de parasitoides (Pluke & Leibe 2006). Por exemplo, Nurindah *et al.* (1999) descobriram que *Trichogramma australicum* (Girault, 1912) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de hospedeiros menores, tentaram parasitar os ovos menores na segunda geração. Estes autores sugerem que esse comportamento é devido aos sinais que as fêmeas recém emergidas de *Trichogramma* recebem no momento da emergência ao caminhar e tocar as antenas sobre os ovos que acabaram de emergir, o que não deve acontecer com *T. podisi*.

O tamanho do ovo determina a quantidade de recursos disponíveis para o desenvolvimento da sua prole, assim, hospedeiros maiores possuem mais recursos disponíveis e são considerados de qualidade superior, influenciando a sua sobrevivência (Godfray 1994). Também é importante ressaltar que a qualidade do hospedeiro pode variar não apenas com relação ao tamanho do ovo, mas também com fatores como a idade e a espécie hospedeira (Vinson & Iwantsch 1980). Os ovos tinham até 24 horas antes de serem estocados em nitrogênio líquido, porém os de *P. nigripinus* foram menores que os de *D. melacanthus*, tanto na largura quanto no comprimento e menos preferidos para o parasitismo de *T. podisi*.

Características como formato, tamanho, coloração, ornamentação do cório, tamanho dos processos aero-micropilares, podem influenciar o parasitoide no reconhecimento e seleção do hospedeiro. Silva *et al.* (2010) ao analisarem as características morfológicas de ovos de percevejos, através de microscopia eletrônica de varredura, observaram que ambos possuem formato de barril, porém a espécie *Dichelops furcatus* (Fabricius, 1775) apresenta cório espinhoso e processos aero-micropilares claviformes, já *Podisus distinctus* (Stål, 1860) o cório também é espinhoso, porém os processos aero-micropilares são bem longos e filiformes. Os autores relatam que essas características encontradas corroboram com os padrões encontrados na literatura para nível de tribo (Carpocorinae: *D. furcatus*) e gênero (*Podisus*). Assim, essa característica poderia ter influenciado *T. podisi* em parasitar mais os ovos de *D. melacanthus* em comparação com *P. nigrispinus*, mostrando a sua preferência.

A preferência está relacionada à qualidade nutricional do hospedeiro escolhido para o parasitismo, bem como as características do hospedeiro em que os parasitoides foram criados (Molina *et al.* 2005). O ovo de menor tamanho de *P. nigrispinus* não limitou o parasitismo de *T. podisi*, indicando uma boa qualidade nutricional apesar do seu tamanho menor. Esta hipótese pode ser estudada em pesquisas futuras, onde a quantidade de proteínas, carboidratos e outros nutrientes devem ser medidas nas diferentes espécies alvos. Ao estudar a nutrição do parasitoide de ovos, é importante considerar sua dependência metabólica do hospedeiro para fornecer nutrientes essenciais para assegurar o desenvolvimento dos parasitoides. Esse aspecto da nutrição é importante para compreender a natureza do parasitismo e a interação parasita-hospedeira (Thompson 1986). Apesar da importância desse conhecimento para o sucesso do controle biológico utilizando parasitoides de ovos, poucos estudos foram publicados até o momento.

De maneira geral, *T. podisi* tem potencial para ser utilizado em programas de controle biológico de percevejos na cultura da soja, apesar da possibilidade de um efeito negativo nos insetos benéficos como *P. nigrispinus*. De acordo com Torres *et al.* (1997), existe um forte impacto de *T. podisi* em ovos de *P. nigrispinus*, levando a níveis significativos de morte desses ovos e, portanto, prejudicando a sobrevivência desse inseto predador. No entanto, o efeito do primeiro e segundo nível trófico no comportamento de forrageamento dos parasitoides pode modificar o hospedeiro (Laumann *et al.* 2010). Portanto, a idade da planta e a densidade de pragas diferentes impactam o *fitness* de *T. podisi*, incluindo o parasitismo em *P. nigrispinus*. Substâncias

voláteis de diferentes espécies de plantas, induzidas por diferentes percevejos, podem atuar como sinônimos na atração de fêmeas do parasitoide *T. podisi* (Moraes *et al.* 2008). Como *P. nigrispinus* não se alimenta de plantas, pode ser menos atrativo para o parasitismo em campo de *T. podisi* em comparação com espécies de pragas. Além disso, *T. podisi* pode responder a sinais vibratórios transmitidos pelo percevejo na comunicação sexual (Laumann *et al.* 2007). Neste possível efeito negativo de *T. podisi* em ovos de *P. nigrispinus*, é importante ressaltar que qualquer prática de controle de pragas não deve ser utilizada em excesso. Todas as ferramentas para o controle de insetos devem ser usadas somente quando necessário no Manejo Integrado de Pragas (MIP) respeitando os limiares econômicos existentes e evitando distúrbios ambientais desnecessários. No entanto, mesmo considerando este possível efeito negativo de *T. podisi*, certamente o impacto será menor que o uso de inseticidas (Bueno *et al.* 2011).

Neste contexto, a diversidade do hospedeiro e o comportamento generalista de *T. podisi* devem ser considerados, uma vez que este parasitoide pode preferir parasitar outros hospedeiros, como *D. melacanthus* ou o predador *P. nigrispinus*. Em conclusão, *T. podisi* tem uma preferência hospedeira para *D. melacanthus* em comparação com *P. nigrispinus*.

3.6. REFERÊNCIAS

- Bin F., Vinson S.B., Strand M.R., Colazza S., Jones W.A. (1993) Source of an egg kairomone for *Trissolcus basalis*, a parasitoid of *Nezara viridula*. **Physiological Entomology**, 18:7-15.
- Borges M. & Aldrich J.R. (1994) Attractant pheromone for Nearctic stink bug, *Euschistus obscurus* (Heteroptera: Pentatomidae): insight in to a Neotropical relative. **Journal of Chemical Ecology**, 20:1095-1102.
- Bueno A.F., Batistela M.J., Bueno R.C.O.F., França-Neto J.B., Nishikawa M.A.N., Filho A.L. (2011) Effects of integrated pest management, biological control and prophylactic use of insecticides on the management and sustainability of soybean. **Crop Protection**, 30:937 - 945.
- Burr I.W. & Foster L.A. (1972) **A test for equality of variances**. Mimeo series nº 282. West Lafayette, Purdue University, 26p.
- Corrêa-Ferreira B.S. & Moscardi F. (1995) Seasonal occurrence and host spectrum of egg parasitoids associated with soybean stink bugs. **Biological Control**, 5:196-202.
- Fatouros N.E., Dicke M., Mumm R., Meiners T., Hilker M. (2008) Foraging behavior of egg parasitoids exploiting chemical information. **Behavioral Ecology**, 19:677–689.

Fernandes F.L., Bacci L., Fernandes M.S. (2010) Impact and selectivity of insecticides to predators and parasitoids. **EntomoBrasilis**, 3:1-10.

Godfray H.C.J. (1994) **Parasitoids: Behavioral and Evolutionary Ecology**. Princeton University Press, Princeton, NJ, USA.

Godoy K.B., Ávila C.J., Arce C.C.M. (2007) Controle Biológico de Percevejos Fitófagos da Soja na região de Dourados, Ms. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 40. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

Jones T.S., Bilton A.R., Mak L., Sait S.M. (2015) Host switching in a generalist parasitoid: contrasting transient and transgenerational costs associated with novel and original host species. **Ecology and Evolution**, 5:459–465.

Klomp H. & Teerink B.J. (1962) Host selection and number of eggs per oviposition in the egg parasites *Trichogramma embryophagum* Htg. **Nature**, 195:1020–1021.

Koppel A.L., Herbert D.A., Kuhar T.P., Kamminga K. (2009) Survey of stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) egg parasitoids in wheat, soybean, and vegetable crops in southeast Virginia. **Environmental Entomology**, 38:375-379.

Lagôa A.C.G. (2016) **Respostas comportamentais dos parasitoides de ovos *Telenomus podisi* e *Trissolcus basal* (Hymenoptera: Platygasteridae) a rastros químicos de percevejos (Hemiptera: Pentatomidae)**. 98f. Dissertação (Mestrado em Zoologia), Universidade de Brasília, Brasília, DF.

Laumann R.A., Moraes M.C.B., Cokl A., Borges M. (2007) Eavesdropping on sexual vibratory signals of stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) by the egg parasitoid *Telenomus podisi*. **Behavioral Ecology**, 73:637-649.

Laumann R.A., Moraes M.C.B., Silva J.P., Vieira A.M.C., Silveira S., Borges M. (2010) Egg parasitoid wasps as natural enemies of the neotropical stink bug *Dichelops melacanthus*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 45:442-449.

Mansfield S. & Mills N.J. (2004) A comparison of methodologies for the assessment of host preference of the gregarious egg parasitoid *Trichogramma platneri*. **Biological Control**, 29:332–340.

Molina R.M., Fronza V., Parra J.R. (2005). Seleção de *Trichogramma* spp., para o controle de *Ecdytolopha aurantiana*, com base na biologia e exigências térmicas. **Revista Brasileira de Entomologia**, 49:152-158.

Moraes, M.C.B; Pareja, M.; Laumann, R.A.; Hoffmann-Campo, C.B.; Borges, M. (2008) Response of the parasitoid *Telenomus podisi* to induced volatiles from soybean damaged by stink bug herbivory and oviposition. **Journal of Plant Interactions**, 3:111-118.

Nurindah B., Cribb W., Gordh G. (1999) Experience acquisition by *Trichogramma australicum* Girault (Hymenoptera, Trichogrammatidae). **Australian Journal of Entomology**, 38:115–119.

- Pak G.A. & De Jong E.J. (1987). Behavioural variations among strains of *Trichogramma* spp: Host recognition. **Netherlands Journal of Zoology**, 37:137–166.
- Peres W.A.A. & Corrêa-Ferreira B.S. (2004) Methodology of mass multiplication of *Telenomus podisi* Ashmead and *Trissolcus basalis* (Hymenoptera: Scelionidae) on eggs of *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, 33:457-462.
- Pluke R.W.H. & Leibe G.L. (2006) Host preferences of *Trichogramma pretiosum* and the influence of prior ovipositional experience on the parasitism of *Plutella xylostella* and *Pseudoplusia includes* eggs. **Biological Control**, 51:569-583.
- SAS Institute (2009) SAS/STAT: user's guide. Version 9.2. Cary, SAS Institute.
- Shapiro S.S. & Wilk M.B. (1965) An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, 52:591-611.
- Siqueira J.R., Bueno R.C.O.F., Bueno A.F., Vieira S.S. (2012) Preferência hospedeira do parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum*. **Ciência Rural**, 42:1-5.
- Silva P.P., Fürstenau B.R.J., Matesco V.C., Grazia J. (2010) Novas contribuições ao conhecimento da morfologia dos ovos de Pentatomidae (Hemiptera: Heteroptera) em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). **Livro de Resumos**, UFRGS, Porto Alegre, RS, 22:18-22.
- Sosa-Gómez D.R., Corso I.C., Morales L. (2001) Insecticide resistance to endosulfan, monocrotophos and methamidophos in the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (F.). **Neotropical Entomology**, 30:317–320.
- Sosa-Gómez D.R. & Silva J.J.D. (2010) Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to methamidophos in Paraná, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 45:767–769.
- Stephens, D. W. & Krebs, J. R. (1986) **Foraging Theory**. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.
- Thompson S.N. (1986) Nutrition and in vitro culture of insect parasitoids. **Annual Review of Entomology**, 31:197-219.
- Thuler R.T., Volpe H.X.L., Bortoli S.A., Goulart R.M., Viana C.L.T. (2007) Metodologia para avaliação da preferência hospedeira de parasitoides do gênero *Trichogramma* Westwood. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, 33:333-340.
- Torres J.B., Pratisoli D., Zanuncio J.C. (1997) Exigências Térmicas e Potencial de Desenvolvimento dos Parasitoides *Telenomus podisi* Ashmead e *Trissolcus brochymenae* (Ashmead) em ovos do Percevejo Predador *Podisus nigrispinus* (Dallas). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 26:445-453.

van Lenteren J.C., Bolckmans K., Kohl J., Ravensberg W.J., Urbaneja A. (2017) Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **Biological Control**, 62:1-25.

van Lenteren J.C. & Bueno V.H.P. (2003) Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **Biological Control**, 48:123-139.

Vet L.E.M. & Dicke M. (1992) Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. **Annual Review of Entomology**, 37:141–172.

Vinson S.B. & Iwantsch G.F. (1980) Host suitability for insect parasitoids. **Annual Review of Entomology**, 25:397-419.

Zhou Y., Abram P.K., Boivin G., Brodeur J. (2014) Increasing host age does not have the expected negative effects on the fitness parameters of an egg parasitoid. **Entomologia Experimentalis Et Applicata**, 151:106-111.

Tabela 1. Número de ovos dos hospedeiros *Dichelops melacanthus* e *Podisus nigrispinus* parasitados por *Telenomus podisi*. ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, $80 \pm 10\%$ UR, e fotoperíodo de 14/10 h C/E).

Hospedeiro	Número de ovos parasitados ¹ \pm SE
	(% parasitismo)
<i>D. melacanthus</i>	$27,9 \pm 2,8$ a (59,6)
<i>P. nigrispinus</i>	$19,5 \pm 3,1$ b (40,4)
X^2 ; p ; gl	155,9; $<0,0001$; 29

¹Médias \pm Erro Padrão (SE) seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si (Teste do qui-quadrado, $p > 0.05$).

Tabela 2. Tamanho dos ovos dos hospedeiros testados no bioensaio de preferência hospedeiro (*Dichelops melacanthus* e *Podisus nigrispinus*) conduzido sob condições ambientais controladas ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, $80 \pm 10\%$ UR, e fotoperíodo de 14/10 h C/E).

Hospedeiro	Tamanho do ovo (mm) ¹	
	Largura	Comprimento
<i>D. melacanthus</i>	$0,82 \pm 0,01$ a	$0,98 \pm 0,01$ a
<i>P. nigrispinus</i>	$0,76 \pm 0,01$ b	$0,86 \pm 0,01$ b
CV (%)	3,08	2,56
p	<0.0001	<0.0001

¹Médias \pm Erro Padrão (SE) seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si (Teste Tukey com 5% probabilidade).

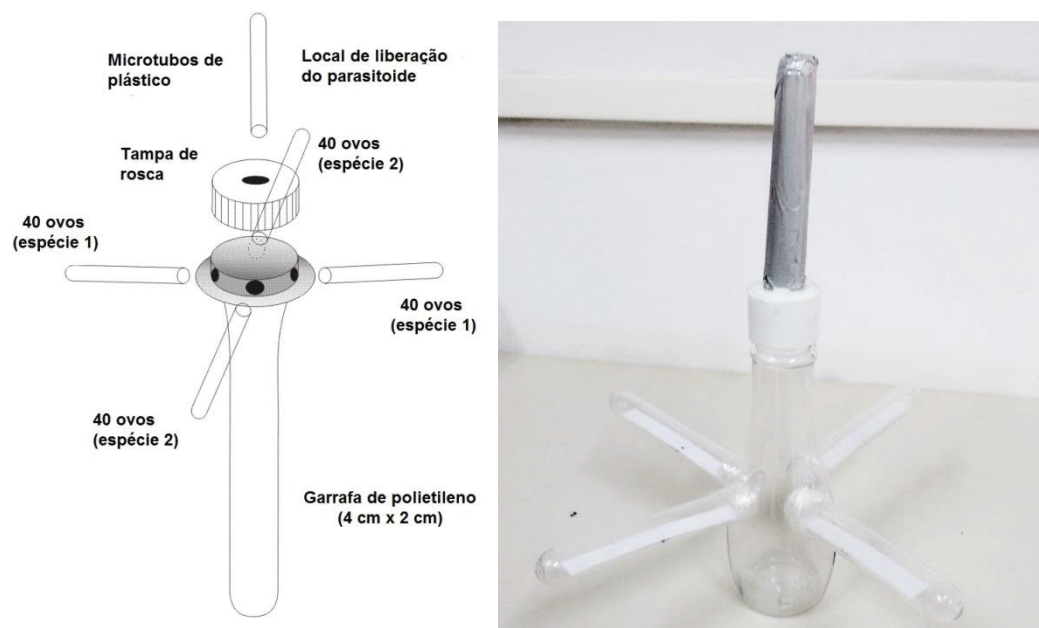


Figura 1. Arena para avaliação da preferência hospedeira. **(A)** Modelo de Thuler *et al.* (2007) e **(B)** Modelo adaptado utilizada no teste de preferência hospedeira do parasitoide. Foto: Érica Ayumi Taguti.

CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Telenomus podisi é um parasitoide de ovos de pentatomídeos que atacam diversas culturas de importância econômica, sendo considerado generalista, devido aos seus hospedeiros serem tanto fitófagos, como predadores. No controle biológico aumentativo, utilizado no Brasil para a cultura da soja, este parasitoide é considerado um importante controlador de ovos do percevejo *Euschistus heros*. Porém, pouco se conhece a respeito das suas características biológicas em ovos de outras espécies hospedeiras e como a temperatura pode impactar.

No presente trabalho, o impacto da temperatura nos aspectos biológicos de *T. podisi* e nos seus hospedeiros, *Dichelops melacanthus* e *Podisus nigrispinus*, foram estudados nos diferentes bioensaios, mostrando que, o parasitoide é afetado pela temperatura e hospedeiros. Os dados mostram que esse parasitoide consegue se desenvolver e parasitar em temperaturas variando de 15°C (fria) a 30°C (quente) nos dois hospedeiros, podendo prolongar ou encurtar o tempo de desenvolvimento e a longevidade das fêmeas, além de afetar a capacidade de parasitismo e a emergência. Isso nos mostra que *T. podisi* consegue se adaptar a diferentes hospedeiros e possui plasticidade à diferentes temperaturas.

Na preferência hospedeira, a maior quantidade de ovos parasitados foi *D. melacanthus*, em comparação com *P. nigrispinus*. No teste de tamanho dos ovos, *D. melacanthus* possui o ovo maior, podendo alocar mais recursos para o desenvolvimento da prole, por este motivo ele pode ter sido preferido pelo parasitoide. Porém, os ovos de *P. nigrispinus*, mesmo sendo menores, não deixaram de ser parasitados. A sua preferência pode ter sido devido às substâncias químicas presente no hospedeiro, além de aspectos como as características do cório, composição química da superfície do ovo e os nutrientes presentes, que precisam ser estudados.

Desta forma, em laboratório, podemos acelerar ou atrasar o seu ciclo para posteriormente serem liberados no campo, evitando assim a sua exposição desnecessária aos predadores e inseticidas, podendo afetar a sua eficiência no controle biológico. Sabe-se que esse parasitoide é criado massalmente em ovos de *E. heros*, porém, ele mostrou-se eficiente nos ovos de *D. melacanthus*, podendo ser utilizado como um hospedeiro alternativo. Ambas as espécies hospedeiras estão presentes na cultura da soja, demonstrando que, *T. podisi* é um parasitoide em potencial para o controle de *D.*

melacanthus no sistema soja-milho. *Podisus nigrispinus* também está presente na cultura da soja e milho, mesmo ele sendo parasitado, o seu impacto no ambiente será menor em comparação ao uso de inseticidas.

Neste contexto, essa dissertação de mestrado traz dados para um melhor entendimento a respeito de *T. podisi* e como a temperatura pode impactá-lo, porém, é importante ressaltar a necessidade de estudos adicionais, como os componentes químicos dos ovos dos hospedeiros para compreender a sua preferência, e principalmente, estudos em condições de campo para comprovar a sua eficiência.

CAPÍTULO 5 - REFERÊNCIAS

- Berti Filho E. & Ciociola A.I. (2002) Parasitoides ou predadores? Vantagens e desvantagens. In: Parra JRP, Botelho SM, Côrrea-Ferreira BS, Bento JMS. **Controle Biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 29-41.
- Bianco R. (2005) Manejo de pragas do milho em plantio direto. In: **An. IX Reunião Itinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico**. Campinas: Emopi, p.8-17.
- Bin F., Vinson S.B., Strand M.R., Colazza S., Jones W.A. (1993) Source of an egg kairomone for *Trissolcus basalis*, a parasitoid of *Nezara viridula*. **Physiological Entomology**, 18:7-15.
- Bleicher E. & Parra J.R.P. (1989) Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argillacea*. I. Biologia de três populações. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, 24:929-940.
- Borges M. & Aldrich J.R. (1994) Attractant pheromone for Nearctic stink bug, *Euschistus obscurus* (Heteroptera: Pentatomidae): insight in to a Neotropical relative. **Journal of Chemical Ecology**, 20:1095-1102.
- Bourchier R.S. & Smith S.M. (1996) Influence of environmental conditions and parasitoid quality on field performance of *Trichogramma minutum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 80:461-468.
- Bueno A.F., Batistela M.J., Bueno R.C.O.F., França-Neto J.B., Nishikawa M.A.N., Filho A.L. (2011) Effects of integrated pest management, biological control and prophylactic use of insecticides on the management and sustainability of soybean. **Crop Protection**, 30:937 - 945.
- Bueno A.F., Sosa-Gomez D.R., Côrrea-Ferreira B.S., Moscardi F., Bueno R.C.O.F. (2012) Inimigos naturais das pragas da soja. In: Hoffmann-Campo B.C., Côrrea-Ferreira B.S., Moscardi F. (Eds), **Soja: Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga**. Embrapa, Brasília, DF, pp.493-630.
- Bueno R.C.O.F. (2008) **Bases biológicas para a utilização de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) e *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctidae) em soja**. 119 f. Tese (Doutorado em Ciências: Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- Bueno R.C.O.F., Carneiro T.R., Pratissoli D., Bueno A.F., Fernandes A.O. (2008) Biology and thermal requirements of *Telenomus remus* reared on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* eggs. **Ciência Rural**, Santa Maria, 38:1-6.
- Bueno R.C.O.F., Parra J.R.P., Bueno A.F., Haddad M.L. (2009) Desempenho de Tricogramatídeos como potenciais agentes de controle de *Pseudoplusia includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, 38:389-394.

Burr I.W. & Foster L.A. (1972) **A test for equality of variances**. Mimeo series, n.282. West Lafayette, Purdue University, 26p.

Canto-Silva C.R., Romanowski H.P., Redaelli L.R. (2005) Effect of temperature on the development and viability of *Gryon gallardoi* (Brethes) (Hymenoptera: Scelionidae) parasitizing *Spartocera dentiventris* (Berg) (Hemiptera: Coreidae) Eggs. **Brazilian Journal of Biology**, 65:415-421.

Carvalho E.S.M. (2007) ***Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) no Sistema de Plantio Direito no Sul do Mato Grosso do Sul: Flutuação Populacional, Hospedeiros e Parasitismo**. 57f. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.

Chocorosqui V.R. (2001) **Bioecologia de *Dichelops (Disceraeus) melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae), danos e controle em soja, milho e trigo no Norte do Paraná**. 186 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas: Entomologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

Chocorosqui V.R. & Panizzi A.R. (2008) Nymph and adult biology of *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) feeding on cultivated and non-cultivated host plants. **Neotropical Entomology**, 37:353-360.

Cônsoli F.L. & Parra J.R.P. (1995a) Effects of constant and alternating temperatures on *Trichogramma galloi* Zucchi (Hym.: Trichogrammatidae) biology. I. Developmental and thermal requirements. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, 119:415-418.

_____. (1995b) Effects of constant and alternating temperatures on *Trichogramma galloi* Zucchi (Hym.: Trichogrammatidae) biology. II. Parasitism capacity and longevity. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, 119:667-670.

Corrêa-Ferreira B.S. & Moscardi F. (1995) Seasonal occurrence and host spectrum of egg parasitoids associated with soybean stink bugs. **Biological Control**, 5:196-202.

Corrêa-Ferreira B.S. & Panizzi A.R. (1999) Percevejos da Soja e seu Manejo. Embrapa-CNPSO, **Circular Técnica 24**, p.01– 45.

Corrêa-Ferreira B.S., Krzyzanowski F.C., Minami C.A. (2009) Percevejos e a qualidade da semente de soja – série sementes. **Circular Técnica 67**, Embrapa, Londrina.

Corrêa-Ferreira B.S. (1986) Ocorrência natural do complexo de parasitoides de ovos de percevejos da soja no Paraná. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Brasil, 15:189-199.

_____. (2002) *Trissolcus basal* para o controle de percevejos da soja. In: Parra JRP, Botelho SM, Corrêa-Ferreira BS, Bento JMS. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, p.449-471.

Costa V.A.C., Berti Filho E., Sato M.E. (2006) Parasitoides e predadores no controle de pragas. In: Pinto A.S., Nava D.E., Rossi M.M., Malerbo-Souza D.T. **Controle biológico de pragas na prática**. Piracicaba: Prol, p. 25-34.

Denez, M.D., Bueno A.F., Pasini A., Bortolotto O.C., Stecca C.S. (2014) Biological Parameters of *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) Fed With Different Soybean Insect Pests. **Annals of the Entomological Society of America**, 107:967-974.

Diez-Rodrigues G.I. & Omoto C. (2001) Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) à lambda-cialotrina. **Neotropical Entomology**, 30:311-316.

Doetzer A.K. & Foerster L.A. (2007) Efeito da Temperatura no Desenvolvimento, Longevidade e Reprodução de *Trissolcus basalis* (Wollaston) e *Telenomus podisi* Ashmead (Himenóptera: Scelionidae). **Neotropical Entomology**, 36:233-242.

Doetzer A.K. & Foerster L.A. (2013) Storage of Pentatomid Eggs in Liquid Nitrogen and Dormancy of *Trissolcus basalis* (Wollaston) and *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygastridae) Adults as a Method of Mass Production. **Neotropical Entomology**, 42:534-538.

Fatouros N.E., Dicke M., Mumm R., Meiners T., Hilker M. (2008) Foraging behavior of egg parasitoids exploiting chemical information. **Behavioral Ecology**, 19:677-689.

Fernandes F.L., Bacci L., Fernandes M.S. (2010) Impact and selectivity of insecticides to predators and parasitoids. **EntomoBrasilis**, 3:1-10.

Foerster L.A., Doetzer A.K., Castro L.C.F. (2004) Emergence, longevity and fecundity of *Trissolcus basalis* and *Telenomus podisi* after cold storage in the pupal stage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 39:841-845.

Godfray H.C.J. (1994) **Parasitoids: Behavioral and Evolutionary Ecology**. Princeton University Press, Princeton, NJ, USA.

Godoy C.V., Bueno A.F., Gazziero D.L.P. (2015) Brazilian Soybean Pest Management and Threats to its Sustainability. **Outlooks Pest Management**, 26:113 – 117.

Godoy K.B., Ávila C.J., Arce C.C.M. (2007) Controle Biológico de Percevejos Fitófagos da Soja na região de Dourados, Ms. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 40. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

Grazia J., Cavichioli R.R., Wolf V.R.S., Fernandes J.A.M., Takiya D.M. (2012) Hemiptera. In: Rafael J.Á., Melo G.A.R., Carvalho C.J.B., Casari A.S., Constatino R. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ed Holos, p.347-405.

Hernández D. & Díaz F. (1996) Efecto de la temperatura sobre el desarrollo de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) parasitoide de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Boletín de Entomología Venezolana**, Caracas, 11:149-153.

Higley S.G., Pedigo L., Ostlie K.R. (1986) DEGDAY: A program for calculating degree-days, and assumptions behind of degree-day approach **Environmental Entomology**, 15:999–1016.

Hoffmann-Campo C.B., Corrêa-Ferreira B.S., Moscardi, F. (2012) **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 859 p.

Johnson N.F. (1984) Systematics of Nearctic *Telenomus*: Classification and Revisions of the *podisi* and *phymatae* Species Groups (Hymenoptera: Scelionidae). **Bulletin of the Ohio Biological Survey**, 6:x + 113.

_____. (1992) Catalog of world species of Proctotrupoidea, exclusive of Platygastriidae (Hymenoptera). **Memoirs of the American Entomological Institute**, 51:1-825.

Jones Junior W.A. (1979) **The distribution and ecology of pentatomid pests of soybeans in South Carolina**. 150p.

Jones T.S., Bilton A.R., Mak L., Sait S.M. (2015) Host switching in a generalist parasitoid: contrasting transient and transgenerational costs associated with novel and original host species. **Ecology and Evolution**, 5:459–465.

Klomp H. & Teerink B.J. (1962) Host selection and number of eggs per oviposition in the egg parasites *Trichogramma embryophagum* Htg. **Nature**, 195:1020–1021.

Kogan, M. (1998) Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. **Annual Review of Entomology**, 43:243-270.

Koppel A.L., Herbert D.A., Kuhar T.P., Kamminga K. (2009) Survey of stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) egg parasitoids in wheat, soybean, and vegetable crops in southeast Virginia. **Environmental Entomology**, 38:375-379.

Lagôa A.C.G. (2016) **Respostas comportamentais dos parasitoides de ovos *Telenomus podisi* e *Trissolcus basalis* (Hymenoptera: Platygastriidae) a rastros químicos de percevejos (Hemiptera: Pentatomidae)**. 98f. Dissertação (Mestrado em Zoologia), Universidade de Brasília, Brasília, DF.

Laumann R.A., Moraes M.C.B., Cokl A., Borges M. (2007) Eavesdropping on sexual vibratory signals of stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) by the egg parasitoid *Telenomus podisi*. **Behavioral Ecology**, 73:637-649.

Laumann R.A., Moraes M.C.B., Silva J.P., Vieira A.M.C., Silveira S., Borges M. (2010) Egg parasitoid wasps as natural enemies of the neotropical stink bug *Dichelops melacanthus*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 45:442-449.

Lustosa P.R., Zanoncio J.C., Leite G.L.D., Picanço M. (1999) Qualidade da semente e senescência de genótipos de soja sob dois níveis de infestação de percevejos (Pentatomidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 34:1347-1351.

Mansfield S. & Mills N.J. (2004) A comparison of methodologies for the assessment of host preference of the gregarious egg parasitoid *Trichogramma platneri*. **Biological Control**, 29:332–340.

Margaría C.B., Loiácono M.S., Lanteri A.A. (2009) New geographic and host records for scelionid wasps (Hymenoptera: Scelionidae) parasitoids of insect pests in South America. **Zootaxa**, 2314:41-49.

Medeiros M.A., Schimidt F.G.V., Liácomo M.S., Carvalho V.F., Borges M. (1997) Parasitismo e predação em ovos de *Euchistus heros* (Fab.)(Heteroptera: Pentatomidae) no Distrito Federal, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 26:397-401.

Medeiros M.A., Loiácono M.S., Borges M., Schimidt F.V.G. (1998) Incidência natural de parasitoides em ovos de percevejos (Hemiptera: Pentatomidae) encontrados na soja no distrito federal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 33:1431-1435.

Medeiros R.S., Ramalho F.S., Lemos W.P., Zanuncio J.C. (2000) Age-dependent fecundity and life-fertility tables for *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, 124:319-324.

Melo G.A.R., Aguiar A.P., Garcete-Barrett B.R. (2012) Hymenoptera. In: Rafael J.A., Melo G.A.R., Carvalho C.J.B., Casari A.S., Constatino R. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ed Holos, p.553-612.

Molina R.M., Fronza V., Parra J.R. (2005). Seleção de *Trichogramma* spp., para o controle de *Ecdytolopha aurantiana*, com base na biologia e exigências térmicas. **Revista Brasileira de Entomologia**, 49:152-158.

Moraes, M.C.B; Pareja, M.; Laumann, R.A.; Hoffmann-Campo, C.B.; Borges, M. (2008) Response of the parasitoid *Telenomus podisi* to induced volatiles from soybean damaged by stink bug herbivory and oviposition. **Journal of Plant Interactions**, 3:111-118.

Moreira G.R.P. & Becker M. (1986) Mortalidade de *Nezara viridula* (Linnaeus,1758) (Heteroptera: Pentatomidae) no estágio de ovo na cultura da soja. In: II.Parasitoides, 2, **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 198:291-308.

Nakama P.A. & Foerster L.A. (2001) Efeito da Alternância de Temperatura no Desenvolvimento e Emergência de *Trissolcus basal* (Wollaston) e *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). **Neotropical Entomology**, 30:269-275.

Nava D.E. (2007) Controle biológico de insetos-praga em frutíferas de clima temperado: uma opção viável, mas desafiadora. Embrapa Clima Temperado. **Documentos 208**, Pelotas, p. 20.

Noldus L.P.J.J. (1989) Semiochemicals, foraging behaviour and quality of entomophagous insects for biological control. **Journal of Applied Entomology**, 108:425-451.

Nurindah B., Cribb W., Gordh G. (1999) Experience acquisition by *Trichogramma australicum* Girault (Hymenoptera, Trichogrammatidae). **Australian Journal of Entomology**, 38:115–119.

Oliveira H.N., Pratissoli D., Pedruzzi E.P., Espindula M.C. (2004) Desenvolvimento do predador *Podisus nigrispinus* alimentado com *Spodoptera frugiperda* e *Tenebrio molitor*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 39:947-951.

Oliveira H.N., Zanoncio J.C., Sossai M.F., Pratissoli D. (1999) Body weight increment of *Podisus nigrispinus* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae), fed on *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) or *Musca domestica* L. (Diptera: muscidae). **Brenesia**, 51:77-83.

Orr D.B. (1988) Scelionid wasps a biological control agents: a review. **Florida Entomologist**, Gainesville, Fla., US, 71:506-527.

Orr D.B., Russin J.S., Boethel D.J. (1986) Reproductive biology behavior of *Telenomus calvus* (Hymenoptera: Scelionidae), a phoretic egg parasitoid of *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae). **The Canadian Entomologist**, 118:1063-1072.

Pacheco D.J.P. & Corrêa-Ferreira B.S. (1998) Potencial reprodutivo e longevidade do parasitóide *Telenomus podisi* Ashmead, em ovos de diferentes espécies de percevejos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 27:585-591.

_____. (2000). Parasitismo de *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) em populações de percevejos pragas da soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 29:295-302.

Pak G.A. & De Jong E.J. (1987). Behavioural variations among strains of *Trichogramma* spp: Host recognition. **Netherlands Journal of Zoology**, 37:137–166.

Panizzi A.R. & Corrêa-Ferreira B.S., Gazzoni D.L., Oliveira E.B., Newman G.G., Turnipseed S.G. (1977) Insetos da soja no Brasil. CNPSo, Embrapa, **Circular Técnica** 21, 20p.

Panizzi A.R. & Slansky Jr F. (1985) Review of phytophagous pentatomids (Hemiptera: Pentatomidae) associated with soybean in the Americas. **Florida Entomologist**, 68:184-214.

Panizzi A.R., Mcpherson J.E., James D.G., Javahery M., Mcpherson R.M. (2000) In: Schaefer C.W. & Panizzi A.R. (Eds.) **Heteroptera of Economic Importance**. Florida: CRC Press. p. 421-474.

Panizzi A.R., Parra J.R.P., Santos C.H., Carvalho D.R. (2000) Rearing the southern green stink bug using artificial dry diet and artificial plant. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 35:1709-1715.

Parra J.R.P., Botelho P.S.M., Corrêa-Ferreira B.S., Bento J.M.S. (2002) Controle biológico: terminologia. In: Parra J.R.P., Botelho P.S.M., Corrêa-Ferreira B.S., Bento J.M.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 1-16.

Parra J.R.P. (2006) A prática do controle biológico de pragas no Brasil. In: Pinto AS, Nava DE, Rossi MM, Malerbo-Souza DT. **Controle biológico de pragas na prática**. Piracicaba: Prol, p. 11-24.

Parra J.R.P. (1997) Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: Parra JRP, Zucchi RA (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, p. 121-150.

_____. (2007) A passos lentos. **Revista Cultivar**, abril, p.10-12.

Peres W.A.A. & Corrêa-Ferreira B.S. (2004) Methodology of mass multiplication of *Telenomus podisi* Ashmead and *Trissolcus basalis* (Hymenoptera: Scelionidae) on eggs. **Neotropical Entomology**, 33:457-462.

Pluke R.W.H. & Leibe G.L. (2006) Host preferences of *Trichogramma pretiosum* and the influence of prior ovipositional experience on the parasitism of *Plutella xylostella* and *Pseudoplusia includes* eggs. **Biological Control**, 51:569-583.

Pratissoli D. (1995) **Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, nas traças, *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) e *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873), em tomateiro**. 134 p. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

Santos T.M., Silva E.M., Ramalho F.S. (1995) Desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com curuquerê-do-algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 30:163-167.

SAS Institute (2009) SAS/STAT: user's guide. Version 9.2. Cary, SAS Institute.

Shapiro S.S. & Wilk M.B. (1965) An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, 52:591-611.

Silva G.V. (2013) **Efeito de plantas Bt de soja e milho sobre pragas não-alvo e seus inimigos naturais**. 97f. Dissertação (Ciências Biológicas: Entomologia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

_____. (2017) **Aspectos Biológicos para criação e utilização de *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) no manejo de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae)**. 114f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitossanidade) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR.

Silva P.P., Fürstenau B.R.J., Matesco V.C., Grazia J. (2010) Novas contribuições ao conhecimento da morfologia dos ovos de Pentatomidae (Hemiptera: Heteroptera) em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). **Livro de Resumos**, UFRGS, Porto Alegre, RS, 22:18-22.

Siqueira J.R., Bueno R.C.O.F., Bueno A.F., Vieira S.S. (2012) Preferência hospedeira do parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum*. **Ciência Rural**, 42:1-5.

Sosa-Gómez D.R., Corso I.C., Morales L. (2001) Insecticide Resistance to Endosulfan, Monocrotophos and Metamidophos in the Neotropical Brown Stink Bug, *Euschistus heros* (F.). **Neotropical Entomology**, 30:317-320.

Sosa-Gomez D.R. & Omoto C. (2012) Resistência a inseticidas e outros agentes de controle de artrópodes associados à cultura da Soja. In: Hoffmann-Campo C.B., Corrêa-Ferreira B.S., Moscardi F. (Eds.). Soja: **Manejo Integrado de Insetos e Outros Artrópodes-Praga**. Embrapa, Brasília. pp.673-723.

Sosa-Gomez D.R. & Silva J.J. (2010) Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to methamidophos in Paraná, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 45:767-769.

Stephens, D. W. & Krebs, J. R. (1986) **Foraging Theory**. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.

Sujii E.R., Costa M.L.M., Pires C.S.S., Colazza S., Borges M. (2002) Inter and intra-guild interactions in egg parasitoid species of the soybean stink bug complex. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 37:541-549.

Thompson S.N. (1986) Nutrition and in vitro culture of insect parasitoids. **Annual Review of Entomology**, 31:197-219.

Thuler R.T., Volpe H.X.L., Bortoli S.A., Goulart R.M., Viana C.L.T. (2007) Metodologia para avaliação da preferência hospedeira de parasitoides do gênero *Trichogramma* Westwood. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, 33:333-340.

Torres J.B., Pratissoli D., Zanuncio J.C. (1997) Exigências Térmicas e Potencial de Desenvolvimento dos Parasitoides *Telenomus podisi* Ashmead e *Trissolcus brochymenae* (Ashmead) em ovos do Percevejo Predador *Podisus nigrispinus* (Dallas). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 26:445-453.

Torres J.B., Zanuncio J.C., Cecon P.R., Gasperazzo W.L. (1996) Mortalidade de *Podisus nigrispinus* (Dallas) por parasitoides de ovos em áreas de eucalipto. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 25:463-472.

Torres J.B., Zanuncio J.C., Moura M.A. (2006) The predatory stinkbug *Podisus nigrispinus*: biology, ecology and augmentative releases for lepidopteran larval control in Eucalyptus forests in Brazil. **Biological Control**, 27:1-18.

van Lenteren J.C. & Bueno V.H.P. (2003) Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **Biological Control**, 48:123-139.

van Lenteren J.C., Bolckmans K., Kohl J., Ravensberg W.J., Urbaneja A. (2017) Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **Biological Control**, 62:1-25.

Vet L.E.M. & Dicke M. (1992) Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. **Annual Review of Entomology**, 37:141–172.

Vinson S.B. & Iwantsch G.F. (1980) Host suitability for insect parasitoids. **Annual Review of Entomology**, 25:397-419.

Vivian L.M., Torres J.B., Barros R., Veiga A.F.S.L. (2002) Tasa de crecimiento poblacional del chinche depredador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) y la presa *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) em invernadero. **Revista Biologia Tropical**, 50:145-153.

Wilson L.T. & Barnett W.W. (1983) Degree-days: an aid crop in crop and pest management. **California Agriculture**, 37:4-7.

Yeargan K.V. (1980) Effects of temperature on development rate of *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae). **Annals of the Entomological Society of America**, 73:339-342.

_____. (1982) Reproductive Capability and Longevity of the Parasitic Wasps *Telenomus podisi* and *Trissolcus euschisti*. **Annals of the Entomological Society of America**, 75:181-183.

Zanuncio T.V., Zanuncio Z.C., Batalha V.C., Santos G.P. (1993) Efeito da alimentação com lagartas de *Bombyx mori* e larvas de *Musca domestica* no desenvolvimento de *Podisus nigrolimbatus* (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, 37:273-277.

Zhou Y., Abram P.K., Boivin G., Brodeur J. (2014) Increasing host age does not have the expected negative effects on the fitness parameters of an egg parasitoid. **Entomologia Experimentalis Et Applicata**, 151:106-111.